

ENSAYOS SOBRE ECONOMÍA DINÁMICA:

I. RESTRICCIONES DE LIQUIDEZ

II. UTILIZACIÓN DEL CAPITAL

TESIS DOCTORAL

Autor: Luis A. Puch

Directores: Javier Díaz-Giménez y Omar Licandro

UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

Departamento de Economía

Getafe, diciembre de 1995

ENSAYOS SOBRE ECONOMÍA DINÁMICA:

I. RESTRICCIONES DE LIQUIDEZ

II. UTILIZACIÓN DEL CAPITAL

TESIS DOCTORAL

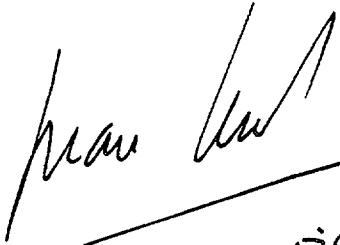
Autor: Luis A. Puch

Directores: Javier Díaz-Giménez y Omar Licandro

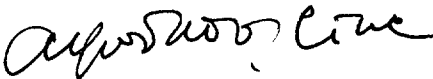
UNIVERSIDAD CARLOS III DE MADRID

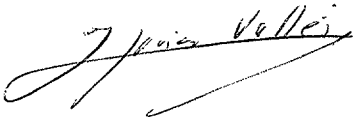
Departamento de Economía

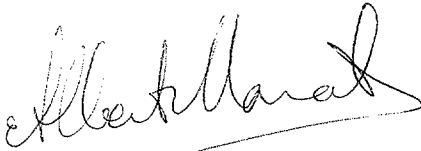
Getafe, diciembre de 1995



JUAN URRUTIA


ALFONSO NOVALES


Javier Vellés



Albert Mancet


Michele Boldrin

A mis padres

*“I prefer to use the term theory in a very narrow sense,
to refer to an explicit dynamic system, something that
can be put on a computer and run”.*

Robert E. Lucas, Jr.,

[On the mechanics of economic development]

Índice

| | |
|--|-----------|
| Resumen | 7 |
| Abstract | 11 |
| 1 Introducción general | 15 |
| 2 Restricciones de liquidez en economías con intermediarios financieros | 23 |
| 2.1 Introducción | 23 |
| 2.2 El modelo | 28 |
| 2.2.1 Descripción del modelo | 28 |
| 2.2.2 Definición de las restricciones de liquidez | 31 |
| 2.3 Calibración | 32 |
| 2.4 Resultados | 34 |
| 2.4.1 Consecuencias sobre las reglas de decisión | 35 |
| 2.4.2 Consecuencias agregadas | 40 |
| 2.4.3 Consecuencias distributivas y costes de bienestar | 43 |

| | | |
|----------|--|-----------|
| 2.5 | Conclusiones | 50 |
| | Anexo | 52 |
| 3 | Teoría de los ciclos reales y fluctuaciones agregadas de la economía española | 62 |
| 3.1 | Introducción | 62 |
| 3.2 | Fuentes de los datos | 65 |
| 3.2.1 | Stock de capital | 66 |
| 3.2.2 | Stock de bienes duraderos | 66 |
| 3.2.3 | Flujo de servicios del stock de bienes duraderos | 67 |
| 3.2.4 | Empleo y población | 68 |
| 3.2.5 | Horas trabajadas | 69 |
| 3.2.6 | Producción y sus destinos | 71 |
| 3.3 | Hechos estilizados | 72 |
| 3.4 | La economía | 78 |
| 3.5 | Calibración | 80 |
| 3.6 | Principales resultados | 83 |
| 3.7 | Conclusiones y extensiones | 87 |
| | Anexo | 89 |
| 4 | Capital utilization, maintenance costs and the business cycle | 90 |
| 4.1 | Introduction | 90 |

| | | |
|-------|-------------------------------------|------------|
| 4.2 | The model | 93 |
| 4.3 | The propagation mechanism | 97 |
| 4.4 | Calibration | 100 |
| 4.4.1 | Data | 101 |
| 4.4.2 | Model parameters | 101 |
| 4.4.3 | The depreciation function | 103 |
| 4.4.4 | Empirical implementation | 105 |
| 4.5 | Findings | 110 |
| 4.5.1 | Sensitivity analysis | 112 |
| 4.5.2 | Persistence | 113 |
| 4.6 | Concluding remarks | 120 |
| | Referencias | 121 |

AGRADECIMIENTOS

Estoy profundamente agradecido a Omar Licandro y Javier Díaz-Giménez por la gran ayuda que me han prestado en todo momento. Su generosidad intelectual y su rigor en el análisis económico han sido para mi una constante motivación.

Quiero expresar mi agradecimiento a Craig Burnside, Juan F. Jimeno, Franck Portier, José V. Ríos-Rull, Ramón Ruiz-Tamarit, Simón Sosvilla y Javier Suárez por sus sugerencias sobre diversas cuestiones de este trabajo. Craig Burnside, Ana Castañeda, Angel Estrada y Pilar García-Perea me facilitaron una parte importante de los datos que he utilizado, a todos ellos mi reconocimiento y mis disculpas.

Una mención especial para los participantes en los seminarios y conferencias donde se han presentado las distintas partes de mi trabajo. En particular, quiero agradecer los comentarios de Albert Marcet y Javier Vallés en el marco del VIII Simposio de *Moneda y Crédito*.

No menos importante ha sido la atención que he recibido de mis compañeros en la Universidad Carlos III de Madrid y en FEDEA, que han puesto a mi disposición todos los medios para realizar esta tesis. También agradezco la ayuda financiera de la Fundación Caja de Madrid.

Estoy en deuda de gratitud con mi familia y mis amigos por su comprensión, su apoyo y su disponibilidad. Espero poder compensar vuestra dedicación.

Yolanda, el amor que me has dado, más que nunca en estos años, tu tolerancia y tu impaciencia han sido mi mayor inspiración.

Madrid, diciembre de 1995.

Resumen

En esta tesis doctoral se utilizan dos extensiones del modelo dinámico de equilibrio general estocástico para contestar las siguientes cuestiones:

1. ¿Cuáles son las consecuencias de las restricciones de liquidez para *i)* las reglas de decisión individuales de los hogares, *ii)* las variables agregadas, y *iii)* la distribución de la riqueza?
2. ¿Que papel juega la subutilización de los factores productivos en la propagación de las fluctuaciones agregadas?

Respecto a la primera cuestión, la evidencia microeconómica pone de manifiesto que las restricciones de liquidez afectan a un gran número de hogares. Una hipótesis de trabajo justificable es que las restricciones de liquidez no afectan a todos los agentes en todos los periodos. Es por esto que el análisis de los efectos de las restricciones de liquidez que se lleva a cabo se enmarca en la literatura reciente sobre economías con *agentes heterogéneos*.

Respecto a la segunda cuestión, las encuestas de coyuntura industrial sugieren que las empresas generalmente subutilizan su capacidad productiva. Esta subutilización parece ser una característica permanente en nuestras economías, y su variabilidad apunta a que la subutilización juega un papel importante en la propagación de las fluctuaciones agregadas. Para cuantificar este papel se considera el enfoque de los

ciclos reales en un modelo puramente competitivo, en el cuál la subutilización de los factores es óptima y se vincula a razones estrictamente tecnológicas.

Si bien las dos cuestiones anteriores se tratan por separado y con técnicas diferentes, el conjunto del trabajo se estructura en torno a una parte de los avances recientes en teoría macroeconómica aplicada. En el primer capítulo se describe brevemente el estado actual de la literatura en los dos campos metodológicos bajo consideración y se motiva el contenido de esta memoria. Las contribuciones originales de esta tesis doctoral se presentan en los capítulos 2, 3 y 4.

En el capítulo 2 se cuantifican las consecuencias de las restricciones de liquidez para: *i)* las reglas de decisión individuales de los hogares, *ii)* las variables agregadas, y *iii)* la distribución de la riqueza. Para ello se utiliza un modelo de equilibrio general con agentes heterogéneos propuesto por Díaz-Giménez et al., (1992). El modelo incorpora explícitamente un sector bancario que intermedia entre los hogares y entre el sector de los hogares y el sector público. Los hogares ahorran para protegerse contra la incertidumbre de su renta futura, para la jubilación y para pagar la entrada de sus viviendas, y se endeudan para financiar su consumo y la compra de sus viviendas. Partiendo de esta especificación se evalúan las propiedades cuantitativas de economías que difieren en la capacidad de endeudamiento de que disponen los hogares. Los cambios en las oportunidades de endeudamiento disponibles en la economía son el resultado de imponer distintos límites a la cuantía máxima del pasivo que pueden mantener los hogares. Además, se cuantifican los costes de bienestar asociados a distintos valores del límite del pasivo para un hogar medio.

En el capítulo 3 se evalúa el comportamiento empírico de un modelo básico de ciclos reales calibrado con datos de la economía española. Para ello se define un conjunto de medidas de las variables agregadas de la economía española consistente con el tipo

de modelos que se pretende utilizar y se caracterizan las propiedades de largo plazo y cíclicas que se derivan de este conjunto de datos de referencia. El modelo se resuelve alternativamente bajo las hipótesis de trabajo divisible e indivisible y, en cada caso, se incorpora el consumo del sector público. La incorporación de indivisibilidades en la oferta de trabajo y del consumo del sector público mejora el comportamiento empírico del modelo. En este sentido los resultados no difieren sustancialmente de los obtenidos para la economía de los EE.UU. Sin embargo, la explicación del comportamiento cíclico del consumo privado en la economía española es insuficiente.

En el capítulo 4, desde el enfoque de los ciclos reales, se analiza el papel que juegan la utilización del capital y los costes de mantenimiento en la propagación de las fluctuaciones agregadas. Para ello, se incorpora en un modelo de equilibrio general con crecimiento estocástico una tecnología de depreciación que depende positivamente de la utilización del capital. Además, suponemos que la depreciación de las máquinas puede ser reducida mediante una actividad de mantenimiento. Se considera que el mantenimiento de las máquinas es contracíclico puesto que es más barato para la empresa reparar las máquinas cuando están paradas que cuando se utilizan a plena capacidad. Los principales resultados son: *i)* la desviación estándar del shock tecnológico es sensiblemente menor a la desviación estándar del residuo de Solow, gracias a la mayor flexibilidad productiva que permite una utilización variable del capital; *ii)* el mecanismo amplificador asociado a la utilización del capital posibilita que la desviación estándar de la producción sea similar a aquella de los datos, aun cuando el shock tecnológico es significativamente menos volátil; *iii)* la flexibilidad productiva y el mecanismo amplificador dan lugar a persistencia en el crecimiento del producto.

Las principales contribuciones de esta memoria se pueden resumir en los siguientes puntos:

1. Mostrar que los cambios en la cuantía máxima del pasivo que pueden mantener los hogares tienen efectos cuantitativamente importantes sobre la senda óptima de ahorro individual, y por tanto, sobre la acumulación de la riqueza en la economía y su distribución. El modelo se calibra a partir de los datos de la economía española.
2. Construir un conjunto de medidas trimestrales de las variables agregadas de la economía española consistente con los modelos de ciclos reales de economía cerrada. Este conjunto de datos de referencia es comparable a las medidas para otros países que con frecuencia se utilizan en esta literatura.
3. Evaluar el comportamiento empírico de un modelo básico de ciclos reales calibrado con datos de la economía española. Los resultados no difieren sustancialmente de los obtenidos para otras economías, excepto en lo que se refiere a las propiedades cíclicas del consumo privado. Se caracteriza un marco de resultados de referencia útil para posteriores investigaciones.
4. Proponer una extensión del modelo de equilibrio general estocástico que incorpora una tecnología de depreciación endógena asociada a la utilización del capital y su mantenimiento. Se muestra que el modelo incorpora mecanismos de propagación importantes.

Las principales aportaciones de esta tesis se recogen en Díaz-Giménez y Puch (1995), Licandro y Puch (1995), Licandro, Puch y Ruiz-Tamarit (1995), y Puch y Licandro (1995).

Abstract

In this thesis, two extensions of the general equilibrium stochastic growth model are developed to answer the following questions:

1. What are the consequences of liquidity constraints for *i)* households' optimal decision rules, *ii)* aggregate variables, and *iii)* the distribution of wealth?
2. What is the role played by the underemployment of productive factors in the propagation of aggregate fluctuations?

With respect to the first set of questions, there is strong evidence at the micro level that liquidity constraints affect a large fraction of the population. A sensible assumption is that liquidity constraints do not affect every household in every period. For this reason the consequences of liquidity constraints are analyzed in a heterogeneous agents framework.

With respect to the second question, industrial sector survey data indicate firms underutilize their capacity. This underutilization seems to be a permanent feature of the data in modern economies and its variability suggests underutilization of capacities plays an important role in the propagation of aggregate fluctuations. To quantify this role, the real business cycle approach is followed in a purely competitive model where the underutilization of productive factors is optimal and is associated with some technological assumptions.

Even though the previous questions are addressed separately and using different techniques, the whole is structured around part of recent research in applied macroeconomic theory. Chapter 1 briefly describes the current state of the art in the two fields under consideration and motivates the contents of this thesis. Original contributions are presented in chapters 2, 3 and 4.

Chapter 2 focuses on the consequences of liquidity constraints for *i)* households' optimal decision rules, *ii)* aggregate variables, and *iii)* the distribution of wealth. To this end a model with heterogeneous agents proposed by Díaz-Giménez et al., (1992) is considered. The model explicitly incorporates a banking sector that intermediates between households and between the household sector and the government sector. Households borrow from banks to finance consumption and their purchases of houses and lend to banks in order to save to hedge themselves against uncertainty of future income, for retirement, and for the down-payment of their purchases of houses. Starting from this specification the quantitative properties of economies in which households borrowing opportunities differ are evaluated. Restrictions on the maximum value of liabilities available to households are utilized to generate changes in the borrowing opportunities in the economy. In addition, the welfare cost of different borrowing limits is quantified for an average household.

In Chapter 3 the empirical performance of a standard real business cycle model calibrated to Spanish data is evaluated. To this purpose we define a set of measurements of the aggregate variables of the Spanish economy consistent with the class of models under consideration. Then we evaluate both the long-run and business cycle properties of this reference data set. The model is solved alternatively under the hypothesis of divisible and indivisible labor and, in each case, government consumption is incorporated into the model. When indivisibilities in labor supply and government consumption are jointly considered the model's empirical performance improves. In this respect, our re-

sults do not differ substantially of those obtained for the U.S. economy. However, the model fails to account for the cyclical behavior of private consumption in the Spanish economy.

In Chapter 4 the role played by capacity utilization and maintenance costs in the propagation of aggregate fluctuations is analyzed. To this purpose we use an extension of the general equilibrium stochastic growth model that incorporates a depreciation technology depending upon both capital utilization and maintenance costs. In addition, we argue that maintenance activity must be countercyclical, because it is cheaper for the firm to repair and maintain machines when they are stopped than when they are being employed. The main findings are the following: *i*) the volatility of the innovation to technology shocks is substantially smaller than the volatility of the Solow residual because of the productive flexibility generated by a variable capital utilization rate, *ii*) the amplification mechanism associated with variable capital utilization implies that we do not require large technology shocks to account for the volatility of output, *iii*) both productive flexibility and the amplification mechanism generate persistence in output growth.

The main contributions of this thesis can be summarized as follows:

1. The consequences of changes in households' borrowing opportunities for their optimal saving paths, and for the accumulation of wealth in the economy and its distribution are quantitatively evaluated. The model is calibrated to Spanish data.
2. A set of quarterly measurements of the aggregate variables of the Spanish economy consistent with the closed economy real business cycle models is developed. This reference data set is comparable with measurements commonly used in this literature for other countries.

3. The empirical performance of a standard real business cycle model calibrated to Spanish data is evaluated. From the results we do not find major differences with previous business cycle studies for other economies, except in the case of the cyclical pattern of private consumption. We establish a set of reference results for future research in this area.
4. We propose an extension of the general equilibrium stochastic growth model that incorporates an endogenous depreciation technology associated to capital utilization and maintenance costs. We show the model embodies quantitatively important propagation mechanisms.

The main contributions of this thesis can be found in Díaz-Giménez and Puch (1995), Licandro and Puch (1995) and Licandro, Puch and Ruiz-Tamarit (1995), and Puch and Licandro (1995).

Capítulo 1

Introducción general

Los avances recientes en teoría económica dinámica y la creciente disponibilidad de algoritmos para el cálculo de soluciones han ampliado el ámbito de cuestiones económicas para las que somos capaces de obtener respuestas cuantitativas. En particular, en esta memoria se investigan dos cuestiones: *i*) las consecuencias de las restricciones de liquidez, y *ii*) los efectos de la utilización variable de los factores productivos. Ambas cuestiones se abordan en el marco de la teoría moderna del crecimiento y de los ciclos. Sin embargo, el estudio de cada una de las cuestiones planteadas exige su propia perspectiva metodológica, por lo que el conjunto de la memoria reúne una parte importante de las técnicas que se utilizan en teoría macroeconómica aplicada.

Aunque se trata de una cuestión controvertida, diversos autores han estimado que en la economía de los EE.UU entre un 20% y un 50% de los hogares pueden endeudarse menos de lo que desearían.¹ En general, los hogares se endeudan para la adquisición de su vivienda o de bienes de consumo duradero y lo hacen a través de créditos finan-

¹El 50% corresponde a las estimaciones de Campbell y Mankiw (1989) a partir de datos agregados. Utilizando datos micro Hall y Mishkin (1982) y Runkle (1983) obtienen porcentajes sustancialmente más bajos.

ciados con ahorros. Por ejemplo, Díaz-Giménez et al., (1992) estiman que en 1986 las hipotecas y el crédito al consumo representaron respectivamente un 75% y un 20% del pasivo de los hogares, cuyo stock alcanzó un valor equivalente a un 80% del PNB de los EE.UU. Estos autores calculan que en ese mismo año un 90% de los pasivos de los hogares eran activos del sector financiero. Por tanto, es un hecho que la actividad bancaria determina en parte las posibilidades de endeudamiento de que disponen los hogares y que ésto supone una parte importante del negocio bancario, cuya contribución al valor añadido de la economía de los EE.UU ha sido creciente en los últimos años hasta alcanzar en 1993 aproximadamente el 7% del valor añadido total.

Aunque no disponemos de estimaciones, si aceptamos que en economías con sistemas financieros menos desarrollados las restricciones al endeudamiento son mayores para un mayor número de hogares, cabe esperar que la importancia cuantitativa de estas restricciones sea incluso mayor en la economía española. En todo caso, la intermediación financiera es importante en la economía española: entre 1982 y 1993 ha estado cerca del 6% del valor añadido total, situándose incluso por encima en 1988.

Esta evidencia motiva el interés por analizar los efectos de las restricciones al endeudamiento en presencia de una modelización explícita de los intermediarios financieros. Si bien las restricciones al endeudamiento son parte del concepto más amplio de *restricciones de liquidez*, con frecuencia ambos conceptos se han utilizado indistintamente. Por el momento baste decir que las diversas formas de restricciones de liquidez que se han discutido en la literatura tienen en común algún tipo de restricción sobre el precio o la cantidad de los pasivos que los hogares pueden mantener.

En la primera parte de esta tesis doctoral se analizan las consecuencias de las restricciones de liquidez para *i)* las reglas de decisión individuales de los hogares, *ii)* las variables agregadas, y *iii)* la distribución de la riqueza. Las restricciones de liquidez se

identifican primeramente con restricciones en la cuantía máxima admisible del pasivo de los hogares. Al mismo tiempo se supone que existe un coste asociado a sustituir un tipo de riqueza por otra y que los hogares sólo pueden endeudarse en una fracción del valor de los activos que garantizan la deuda. Estas dos hipótesis pueden interpretarse como restricciones adicionales.

El análisis de las consecuencias de las restricciones de liquidez exige abandonar la abstracción del agente representativo puesto que es justificable suponer que las restricciones de liquidez no afectan a todos los hogares en todos los periodos. Ríos-Rull (1995) discute en detalle las distintas formas de estructurar economías con agentes heterogéneos que se han propuesto en la literatura, así como los métodos utilizados para calcular sus equilibrios. El tipo de heterogeneidad que aquí se considera sigue una línea de investigación propuesta por Imrohoroglu (1989). La heterogeneidad surge porque los hogares se enfrentan con cierto riesgo individual que viene representado por oportunidades de empleo estocásticas, de manera que hogares idénticos *ex-ante* difieren *ex-post* en su estado individual y en los activos que son capaces de acumular. En equilibrio, la distribución endógena de tipos de hogares se utiliza para obtener las variables agregadas de la economía.

Al investigar las implicaciones para el consumo agregado de las restricciones de liquidez, Tobin y Dolde (1973) ya habían sugerido la importancia de incorporar heterogeneidad en los hogares, incertidumbre sobre sus planes de consumo y ahorro, y cierta diversidad en los activos disponibles para ahorrar. Estos son los elementos fundamentales que incorporo en el análisis. Sin embargo, el cálculo del equilibrio en economías con agentes heterogéneos que modelizan un sector bancario explícito incorpora ciertas complejidades técnicas. Para simplificar el problema se hacen dos supuestos restrictivos: *i*) No existen mercados de seguro para el riesgo individual por lo que los hogares acumulan activos que actúan como sustitutos de los contratos de seguro; *ii*) Las

restricciones sobre el conjunto de activos que los hogares pueden mantener se imponen exógenamente y no se intentan derivar endógenamente a partir de una estructura financiera más complicada. Este es el enfoque de Scheinkman y Weiss (1986), Díaz-Giménez y Prescott (1994) y Díaz-Giménez et al., (1992) entre otros, y el que yo voy a seguir.

El objetivo es caracterizar de forma sistemática los efectos que los cambios en las posibilidades de endeudamiento de los hogares tienen sobre sus decisiones individuales y sobre las variables agregadas de la economía en estado estacionario. Además, se evalúa el coste de bienestar asociado a distintos valores del límite del pasivo para un hogar medio de la economía y se discuten las consecuencias distributivas.

El resto de la tesis se centra en el problema de las fluctuaciones y se organiza en dos capítulos que pertenecen al enfoque de los *ciclos reales*. A pesar de lo fructífero de esta metodología, resulta llamativa la escasez de aplicaciones al estudio de las fluctuaciones asociadas al ciclo económico español. Por ello, y con una motivación fundamentalmente empírica, la primera cuestión que se plantea en esta parte de la memoria es: ¿Qué aporta la teoría de los ciclos reales a la comprensión de las fluctuaciones agregadas de la economía española? Para contestar a esta pregunta se evalúa el comportamiento empírico de un modelo básico de ciclos reales calibrado con datos de la economía española.

Los trabajos de Robert Lucas (1975, 1977) reavivaron el interés de la investigación en economía por el estudio de las fluctuaciones. Desde entonces, los modelos de ciclos reales han contribuido a mejorar nuestra comprensión del comportamiento cíclico de las economías, a través de un buen número de aportaciones que tienen su origen en los artículos de Kydland y Prescott (1982) y Long y Plosser (1983). El estudio sistemático de las fluctuaciones, de forma integrada con la teoría del crecimiento y en un marco de

equilibrio competitivo intertemporal, ha permitido una caracterización precisa de las limitaciones del análisis y con ello el desarrollo de modelos capaces de superarlas.

Una limitación de los primeros modelos de ciclos reales es su escasa capacidad para recoger el comportamiento de las variables del mercado de trabajo. Prescott (1986 p. 21) apunta que la principal desviación de la teoría respecto a las observaciones se refiere a las implicaciones del modelo respecto a la correlación entre horas y salarios:

“The key deviation is that the empirical labor elasticity of output is less than predicted by theory”

Esta circunstancia ha motivado fundamentalmente dos líneas de investigación. En primer lugar, el modelo de trabajo indivisible de Rogerson (1988) como se ha utilizado por Hansen (1985), supone que los individuos o bien trabajan un número de horas fijo o no trabajan. Este supuesto es consistente no sólo con lo que se observa en la realidad sino también con que las fluctuaciones en las horas trabajadas en la economía son el resultado de las fluctuaciones en el empleo y no en el número de horas por trabajador. Si los individuos escogen la probabilidad de trabajar en vez del número de horas que trabajan es posible ampliar su conjunto de elección de manera que la economía en su conjunto se comporta como si no hubiera indivisibilidades, introduciendo la posibilidad de variaciones en el empleo agregado relativamente más importantes que las variaciones en la productividad. En segundo lugar, Christiano y Eichenbaum (1992) sostienen que la débil correlación observada entre la productividad y las horas trabajadas sugiere que los shocks a la tecnología no pueden ser el único impulso generador de las fluctuaciones. Esto se explica porque las series de horas y de salarios que genera el modelo resultan de la intersección entre una curva de demanda de trabajo estocástica y una curva de oferta de trabajo fija, lo que determina una correlación positiva alta entre estas variables. Sus resultados indican que la introducción de innovaciones estocásticas en el consumo del sector público mejora el comportamiento de los modelos de ciclos reales

en esta dimensión.

Estas dos extensiones del modelo de Kydland y Prescott (1982) completan la estructura de lo que hoy entendemos por un modelo básico de ciclos reales. Esta es la especificación de la que se parte para analizar el ciclo económico español tomando como referencia inicial la descripción de sus hechos estilizados que realizan Dolado et al., (1993). El equilibrio del modelo se calcula utilizando la modificación log-lineal del procedimiento de Kydland y Prescott (1982) propuesta por King et al., (1988). En el estudio que se lleva a cabo tiene especial relevancia la construcción de un conjunto de medidas de las variables agregadas de la economía española consistente con el modelo de economía cerrada que se utiliza. El objetivo es proporcionar un marco de resultados útil para posteriores investigaciones.

El último capítulo de esta memoria examina, desde el enfoque de los ciclos reales, el papel que juega la subutilización de los factores productivos en la propagación de las fluctuaciones agregadas. Para ello, la especificación anterior se extiende en dos direcciones. En primer lugar, se incorpora una forma sencilla de retención de empleo (“labor hoarding”) discutida por Burnside et al., (1993), bajo la hipótesis de que el empleo agregado está predeterminado y que los trabajadores ajustan su esfuerzo una vez que se observa la realización de los shocks. En segundo lugar, se propone una tecnología de depreciación que depende de la utilización del capital y de los costes de mantenimiento, de manera que la subutilización del capital es óptima y está asociada a razones estrictamente tecnológicas.

Las encuestas de coyuntura industrial sugieren que las empresas generalmente subutilizan su capacidad productiva. Esta subutilización parece ser una característica permanente en las economías modernas y su variabilidad indica que la subutilización puede jugar un papel importante en la propagación de las fluctuaciones. Existe evidencia so-

bre la importancia que tienen aquellos fenómenos que afectan a la utilización de la mano de obra, tales como la retención de empleo (Burnside et al., (1993)), la eficiencia del trabajo (Danthine y Donaldson (1990)) o la búsqueda de empleo (Langot (1994)).

Al mismo tiempo, comienza a recabarse evidencia sobre la importancia que, por motivos similares, la utilización variable del capital tiene en el ciclo económico. Parte de la literatura supone que lo que varía es la intensidad con la que se utiliza el capital, como en Greenwood et al., (1992) y Fagnart et al., (1995). Por el contrario, otros autores consideran que lo que varía es la fracción del stock que se utiliza en la producción y no la intensidad con la que se utiliza este stock. Por ejemplo, Cooley et al., (1994) analizan un modelo en el que la utilización del capital varía porque en equilibrio una fracción de la industria deja de producir como respuesta a los shocks a la tecnología.

Si la utilización del capital es procíclica, un shock tecnológico positivo se amplifica a través del aumento en la utilización que genera. Una crítica habitual a los modelos de ciclos reales es que no incorporan mecanismos internos importantes de propagación de los shocks. Por tanto, la explicación de las fluctuaciones que proporcionan recae fundamentalmente en los procesos estocásticos que gobiernan los shocks. Esta circunstancia aporta al análisis que aquí se desarrolla una motivación teórica: dado que los modelos de ciclos reales habituales se caracterizan porque todo el stock de capital se utiliza en cada periodo, cabe preguntarse si la incorporación de la subutilización del capital afecta sustancialmente a los mecanismos de propagación de los shocks.

A este respecto, Kydland y Prescott (1991) han llamado la atención sobre la importancia de evaluar cuál es la variabilidad del producto que distintos modelos son capaces de recoger. Un estadístico que mide esta capacidad es el ratio entre la varianza del producto que genera el modelo y la varianza del producto observado. La afirmación sobre que los shocks a la tecnología son capaces de explicar un porcentaje importante

de las fluctuaciones se corresponde con que el ratio anterior sea un número próximo a la unidad. Burnside et al., (1993) han sugerido que un porcentaje importante de los movimientos en el residuo de Solow son el resultado de la retención de empleo y que introducir en los modelos una variable que representa esfuerzo en el trabajo que se ajusta en el tiempo, reduce sustancialmente la estimación de este estadístico. Este resultado podría sugerir que los estudios previos de ciclos reales sobrevaloran la importancia de los shocks a la tecnología.

Pero no sólo el empleo puede subutilizarse. Encontramos que el mecanismo de propagación asociado a los supuestos tecnológicos que se proponen es cuantitativamente importante y contribuye a la explicación de las fluctuaciones sin requerir que la volatilidad de los shocks tecnológicos sea similar a la volatilidad de la producción. Además, la flexibilidad productiva y el mecanismo de amplificación de los shocks a través de la utilización del capital generan persistencia en el crecimiento del producto.

Capítulo 2

Restricciones de liquidez en economías con intermediarios financieros

2.1 Introducción

Las posibilidades que tienen los individuos de endeudarse ofreciendo como garantía su renta futura son limitadas. Numerosos estudios microeconómicos ponen de manifiesto que las restricciones de liquidez afectan a un gran número de hogares, y especialmente a sus decisiones de consumo.¹ En este capítulo se estudian las consecuencias de las restricciones de liquidez para: *i*) las reglas de decisión individuales de los hogares, *ii*) las variables agregadas, y *iii*) la distribución de la riqueza. Con este fin se modeliza de forma explícita un sector bancario que intermedia entre los hogares, y entre el sector de los hogares y el sector público. La incorporación del sector bancario viene motivada por la observación de que el comportamiento de los intermediarios financieros determina en parte la disponibilidad y el coste de los créditos. Así, por ejemplo, cabe esperar

¹Hayashi (1987) y Deaton (1992) contienen una revisión de los principales trabajos empíricos recientes sobre restricciones de liquidez. En particular, Hayashi(1985) y Zeldes (1989) investigan los efectos de las restricciones de liquidez sobre el consumo.

que en economías con sistemas financieros menos desarrollados, las posibilidades de endeudarse serán menores para un mayor número de hogares.

Las diversas formas de restricciones de liquidez que se han examinado en la literatura tienen en común algún tipo de restricción sobre el precio o la cantidad de los activos que los hogares pueden mantener. En general, las restricciones sobre la cantidad suponen un límite a la negatividad de los activos mientras que las restricciones sobre el precio suponen que los hogares desahorran y se endeudan a tipos de interés distintos a los que ahorran y prestan. En nuestro análisis vamos a suponer que la riqueza neta de los hogares es siempre positiva y que los hogares sólo pueden endeudarse a tipos de interés que exceden el tipo de interés que remunera su ahorro. Dados estos supuestos, en el modelo se considera que las posibilidades de endeudamiento de los hogares son distintas dependiendo de cuál sea la cuantía máxima del pasivo admisible que se impone a los hogares. Aunque las restricciones al endeudamiento suelen considerarse parte de las restricciones de liquidez con frecuencia ambos términos se utilizan indistintamente. Otras restricciones surgen por ejemplo cuando hay costes asociados a sustituir un tipo de riqueza por otra, o cuando el endeudamiento sólo es posible en una parte del valor del patrimonio que lo garantiza. El modelo contiene una especificación de la segunda de estas restricciones adicionales.

Brevemente, se pueden destacar dos líneas de investigación en las que se analizan las consecuencias de las restricciones de liquidez en economías con riesgo individual no asegurado. Una parte de la literatura estudia los efectos de las restricciones de liquidez sobre las decisiones de ahorro individual. Bewley (1977, 1980) y Schetchman (1976) analizan las condiciones bajo las que las asignaciones de una economía con restricciones de liquidez se aproximan a las de una economía con seguros completos y por lo tanto sin este tipo de restricciones; Deaton (1991), en un modelo de equilibrio parcial en el que los hogares no pueden pedir prestado, muestra que las decisiones de consumo y

ahorro de los hogares son sensibles, en presencia de incertidumbre y restricciones de liquidez, a la forma en la que los hogares interpretan las realizaciones de los procesos estocásticos que generan su renta laboral.

Otra parte de la literatura se ocupa de las consecuencias de las restricciones de liquidez sobre las propiedades de las series agregadas. Scheinkman y Weiss (1986) plantean por primera vez un análisis sistemático en equilibrio general de los efectos de las restricciones al crédito sobre las fluctuaciones agregadas del producto, el empleo, los precios y los tipos de interés.

Con un enfoque similar a Scheinkman y Weiss (1986), Imrohoroğlu (1989) evalúa el coste que suponen las fluctuaciones económicas en una economía con riesgo individual no asegurado y lo compara con el caso de mercados completos. Compartiendo la metodología anterior, Díaz-Giménez y Prescott (1994) investigan los efectos reales de distintas políticas monetarias. Para ello introducen en un modelo con incertidumbre agregada y restricciones de liquidez un sector público que emite un activo remunerado y otro sin remuneración. Siguiendo este desarrollo de modelos con agentes heterogéneos y con restricciones de liquidez, el presente estudio se construye a partir del modelo de Díaz-Giménez et al., (1992). Estos autores introducen un sector bancario explícito que intermedia entre los hogares y entre el sector de los hogares y el sector público. Los hogares ahorran para protegerse contra la incertidumbre de su renta individual, para financiar su consumo al llegar a la jubilación y para pagar la entrada de sus viviendas, y se endeudan para financiar su consumo y la compra de sus viviendas. Los bancos ofrecen depósitos y créditos a los hogares y compran deuda remunerada al sector público. La legislación obliga a los bancos a mantener un coeficiente de caja.

Partiendo de la especificación anterior, en este estudio se definen las restricciones de liquidez de manera que es posible comparar el estado estacionario de economías que

difieren en el límite de crédito. Atendiendo a esta definición se cuantifican los efectos de los cambios en las posibilidades de endeudamiento de que disponen los hogares.² Este procedimiento comparte el enfoque de Tobin y Dolde (1971). Estos autores resuelven economías en las que los cambios exógenos en la política monetaria dan lugar a cambios en las condiciones en las que los hogares se endeudan. De forma similar, Marcet y Singleton (1991) analizan un caso en el que el endeudamiento de que disponen los hogares depende de su renta individual. A diferencia de los anteriores artículos, en el presente estudio se considera un bien de capital que actúa como garantía de los créditos y determina en parte las condiciones de endeudamiento para los hogares. Además, el bien de capital proporciona a los hogares flujo de utilidad en el periodo y les permite transferir renta presente para consumo futuro. Los servicios de bienes de capital y de consumo duradero se interpretan como servicios de vivienda. La economía se calibra de manera que los balances de situación de los hogares del modelo se aproximan a los datos de la economía española.

Un aspecto importante de los resultados se refiere al comportamiento del consumo agregado y de la acumulación de riqueza por parte de los hogares. Deaton y Muellbauer (1991), al discutir los fundamentos de la teoría del consumidor en presencia de restricciones de liquidez, afirman que el efecto más importante de las restricciones de liquidez es incrementar la propensión marginal a consumir de la economía. Los resultados indican que la modelización escogida es consistente con esta observación tanto desde un punto de vista agregado como desde un punto de vista individual.

²La definición de las restricciones de liquidez que se introduce es similar a la que considera Zeldes (1989, p. 311). Se trata de una restricción exógena sobre los pasivos que puede mantener un hogar. Kehoe y Levine (1991) ponen de manifiesto que la mayor parte de los trabajos modelizan el caso en el que las restricciones crediticias son exógenas y fijas, y estudian la conexión entre mercados completos, restricciones al endeudamiento fijas y un caso intermedio en el que los hogares pueden endeudarse en la cuantía en la que su solvencia está garantizada.

Cuando aumentan las restricciones de liquidez aumenta la fracción de la población que puede endeudarse menos de lo que desearía, lo que reduce el crédito agregado. Los hogares entonces compensan su menor acceso a la propiedad de la vivienda por un mayor consumo de bienes perecederos y deciden ahorrar una fracción menor de su renta. Sin embargo, un aumento de las restricciones de liquidez reduce la parte de los recursos reales que absorben los servicios bancarios, y por lo tanto aumenta la riqueza de los hogares. Si bien los hogares ven reducido su bienestar al enfrentar mayores restricciones de liquidez, se encuentran en cierta etapa de sus vidas con una riqueza mayor lo que tiene posibles consecuencias redistributivas. Para medir estos efectos en primer lugar se calcula el coste de bienestar de las restricciones de liquidez. Para ello se utiliza y se extiende la definición de una medida de bienestar descrita por Díaz-Giménez et al., (1992). En segundo lugar se evalúa el impacto de las restricciones de liquidez sobre la distribución de la riqueza. Para ello se calcula una aproximación al Índice de Gini a partir de los quintiles de la distribución. La concentración de la riqueza en la economía en la que los hogares no pueden endeudarse es un 92% de la que se obtiene en la economía en la que los hogares pueden endeudarse hasta el valor de liquidación del capital.

En la sección siguiente se describe el modelo y se definen las restricciones de liquidez. En la sección 2.3 se calibra el modelo. En la sección 2.4 se presentan los resultados y la sección 2.5 contiene las principales conclusiones.

2.2 El modelo

2.2.1 Descripción del modelo

En la economía hay tres sectores: los hogares, los bancos y el sector público. En primer lugar se describen los tres sectores con el fin de poder después presentar en detalle el problema de decisión de los hogares. En lo sucesivo, las letras mayúsculas representan variables nominales y las minúsculas variables reales.

El Sector de los Hogares

La economía está habitada por un gran número de hogares cuya medida es la unidad. En cada periodo $t = 0, 1, \dots$, nacen tantos hogares como los que desaparecen de la economía el periodo anterior y, por tanto, la población es constante. Cada hogar se caracteriza por un factor idiosincrático s_t , con $s \in S = \{1, 2, \dots, n_s\}$, que afecta a sus oportunidades de producción de un único bien compuesto, a su flujo de utilidad y a su probabilidad de morir. El estado n_s es un *estado absorbente* que se interpreta como la desaparición del hogar de la economía. La función $\sigma(s_t) = 1$ si $s < n_s$ y $\sigma(s_t) = 0$ si $s = n_s$, indica si un hogar está vivo o no en el instante t . El proceso s_t sigue una cadena de Markov finita cuya matriz de transición de estados es $\pi_s(s'|s) = Pr\{s_{t+1} = s' | s_t = s\}$. La distribución de hogares en cualquier periodo t viene dada por la medida y_t .

El Sector Público

El sector público grava las rentas del trabajo y del ahorro a un tipo constante θ , y realiza transferencias reales a los hogares $\omega(a_t, k_t, s_t)$ que dependen de sus activos financieros reales, a_t , de sus activos tangibles, k_t , y de la característica del hogar, s_t . Confisca la riqueza neta de los hogares que desaparecen de la economía. Además, emite dos tipos de activos: uno no remunerado, que llamaremos *reservas* (R), y otro remunerado,

que llamaremos *Bonos* (B). La legislación sólo permite a los intermediarios financieros acceder a los mercados de bonos y de reservas, y les obliga a mantener un coeficiente de caja ρ . Este esquema monetario induce una demanda de reservas por parte de los bancos.

El precio de una unidad del bien compuesto en el periodo t es p_t . La política del sector público determina el proceso de precios sobre las reservas $e_t = p_{t+1}/p_t$, y el tipo de interés nominal de los bonos, i . Por tanto, una regla de política económica del sector público es una especificación de $[e, i, \theta, \rho, \omega]$ y de los procesos asociados de consumo del sector público $\{g\}$, de oferta de bonos $\{B_g\}$, y de oferta de reservas $\{R_g\}$.

El Sector Bancario

La tecnología de los bancos es libremente accesible y presenta rendimientos constantes a escala. Los bancos demandan bonos (B_b), mantienen reservas (R_b), y ofrecen a los hogares depósitos (D_b) y préstamos (L_b) a un coste por unidad intermediada η_d y η_l , respectivamente. Los préstamos que conceden los bancos están garantizados por el valor de los activos tangibles de los hogares.

En el Anexo A se detalla el problema de maximización estático que resuelven los bancos cada periodo. Su problema de decisión determina el tipo de interés de los préstamos y de los depósitos: $i_l = i + \eta_l$ e $i_d = (1 - \rho)i - \eta_d$. Para simplificar la notación suponemos que los intereses se pagan por adelantado.

El problema de decisión de los hogares

Los hogares ordenan sus preferencias según:

$$E \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \sigma(s_t) [U_1(c_t, k'_t, \tau - n_t, s_t) + U_2(g_t)], \quad (2.1)$$

siendo U_1 y U_2 funciones de utilidad continuas y estrictamente cóncavas; β es el factor subjetivo de descuento; y g_t es el consumo per capita del sector público en el periodo

t . La producción del bien compuesto en t es $w(s_t) n_t$. Se supone que el trabajo es indivisible y se restringe a $n_t \in \{0, 1\}$. La dotación de tiempo de los hogares es τ . Cuando los hogares deciden trabajar reciben el salario real $w(s_t)$, que transforman en: *i*) bien de consumo (c_t), *ii*) bien de inversión (k_t) y sus servicios de mantenimiento a un coste unitario μ , y *iii*) costes financieros de los servicios bancarios.

Los hogares mantienen depósitos (D_t) y solicitan crédito (L_t) para protegerse contra la incertidumbre de su renta futura, acumular bien de capital y por razones de ciclo vital. La restricción presupuestaria de los hogares en cada periodo es:

$$p_t c_t + p_t x_t^d + D_t + p_t \mu k_t' \leq A_t + (1 - \theta) [p_t w(s_t) n_t + i_d D_t - i_l L_t] + p_t x_t^s + L_t + p_t \omega(a, k, s) \quad (2.2)$$

donde A_t son los activos financieros del hogar al principio del periodo, y x_t^d y x_t^s denotan respectivamente las compras y ventas en el periodo del bien de capital. Los hogares acumulan k_t según: $k_{t+1} = k_t' = k_t + x_t^d - x_t^s / \phi$, siendo $\phi \in (0, 1)$ la fracción de k que no se deprecia, y acumulan activos financieros reales $a_t = A_t / p_t$ de acuerdo con: $a_{t+1} = a_t' = (d_t - l_t) / e_t$ donde d_t son depósitos y l_t son créditos, ambos medidos en términos reales. Los hogares pueden endeudarse como máximo hasta el valor de liquidación de su capital al final del periodo y, por tanto, la restricción de crédito es: $L_t \leq \phi k_{t+1} p_{t+1}$. Finalmente, la maximización de los hogares está sujeta a $a_t' \in A$ y $k_t' \in K$, con a_0 y k_0 dados, siendo A el conjunto de valores posibles para a , y K el conjunto de valores posibles para k .

En el Anexo B se detalla el problema de decisión dinámico que resuelven los hogares, y el Anexo C contiene la definición de equilibrio para esta economía.

2.2.2 Definición de las restricciones de liquidez

Resolver la economía descrita en la sección anterior consiste en encontrar una solución aproximada a la ecuación de optimalidad de los hogares. El programa dinámico no está bien definido hasta que el espacio de los estados $A \times K \times S$ quede especificado. Sean $S = \{1, 2, \dots, n_s\}$ y $K = \{0, \dots, n_k\}$ con $n_k = \bar{k}$, siendo \bar{k} el mayor valor que puede tomar el capital. Sea $A = \{a_l, \dots, a_{n_a}\}$ con $a_l \leq 0$. Por tanto, a_l es la cuantía máxima del pasivo que pueden mantener los hogares.

En lo que sigue, considerar restricciones de liquidez alternativas, digamos p , es considerar distintos valores para a_l , respectivamente a_l^p con $p = 0, \dots, r$. Estos valores se determinan exógenamente. Sea $B = \phi\bar{k}$ el límite al endeudamiento tal que el máximo valor del crédito que pueden recibir los hogares está garantizado por el valor de liquidación del capital. Entonces, se definen $a_l^0 = -B$ y $0 \geq a_l^p > -B$ para todo $p \neq 0$.³ Así por ejemplo, cuando $a_l = 0$ los hogares no pueden endeudarse mientras que cuando $a_l = -B$ los hogares pueden endeudarse hasta el valor de liquidación del capital.

En estas condiciones, para todo estado individual (a, k, s) , para todo t y para todo p , la riqueza no humana al final del periodo de un hogar es $a' + \phi k' \geq 0$, para todo $a' \in A$, $k' \in K$. Con esta definición, la forma en la que las restricciones de liquidez alternativas entran en el programa dinámico que resuelven los hogares es a través de la restricción $a' \in A$ y no de la restricción de crédito. Esta forma de modificar la restricción de liquidez tiene la ventaja de que el valor de liquidación del capital es el mismo independientemente de cuáles sean las posibilidades de endeudamiento de que disponen los hogares.

³Vamos a utilizar la notación $A^0 = \{a_l^0, \dots, a_{n_a}\}$ y $A^p = \{a_l^p, \dots, a_{n_a}\}$ con $A^p \subseteq A^0$ para todo p . Nótese que la especificación de a_l , al determinar el conjunto factible $A \times K \times S$, va a determinar, en particular, el dominio de las reglas de decisión óptimas de los hogares.

2.3 Calibración

El equilibrio del modelo sin incertidumbre agregada converge a un estado estacionario único. La economía especificada se calibra para que sus estadísticas en estado estacionario se correspondan con las de la economía española. El Anexo D contiene una justificación detallada de la selección de los valores de los parámetros del modelo. En el Anexo E se describe el procedimiento empleado para construir los balances de situación de la economía española que se utilizarán como referencia al elegir los valores de una parte de los parámetros. Como periodo del modelo se escoge un octavo de año.

Dinámica de la población

Vamos a suponer que los hogares a lo largo de su vida pueden ser activos o estar jubilados. Ningún hogar muere antes de jubilarse. Así, el conjunto S consiste de cuatro estados individuales, $S = \{1, 2, 3, 4\}$. Durante la vida laboral son posibles dos estados: en el estado $s = 1$ la productividad del hogar es alta, $w(1) = 0.125$, y en $s = 2$ la productividad del hogar es baja, $w(2) = 0.026$ (un 21% de $w(1)$, que corresponde a una oportunidad de salario mínimo). Las probabilidades de transición entre estos dos estados se escogen de manera que la duración esperada del desempleo es de 15 meses (10 periodos del modelo) y la tasa de empleo media es de un 85 por ciento. Además, los individuos que nacen en cada periodo son de tipo 1 con probabilidad 0.85 y de tipo 2 con probabilidad 0.15. Con esta selección, en cada periodo un 85 por ciento de los trabajadores tienen productividad alta y un 15 por ciento tienen productividad baja. El estado $s = 3$ corresponde a la jubilación ($w(3) = 0$) y el estado $s = 4$ corresponde a la muerte. La duración de la vida de los hogares se distribuye geométricamente con una duración esperada de 33 años para su vida laboral, y de 10 años para su jubilación.

Política del Sector público

Se escogen un tipo de interés nominal de la deuda del sector público del 12 por ciento y una tasa de inflación del 6 por ciento (anuales). Esta selección implica un tipo de interés real de la deuda antes de impuestos del 6 por ciento, lo que se corresponde con la media de la economía española en el periodo reciente. Se eligen un tipo impositivo sobre la renta del 20 por ciento y un coeficiente de caja del 2 por ciento. Los jubilados sin recursos reciben un subsidio igual a la sexta parte de los ingresos medios de los trabajadores.

Tecnología de los bancos

Se eligen un tipo de interés nominal para los créditos del 15 por ciento y un tipo de interés nominal para los depósitos del 7 por ciento. Con esta selección y dados los parámetros de política del sector público se determinan los valores para η_d y η_l .

Preferencias de los hogares

El conjunto $K = \{0, 4\}$ determina las oportunidades de inversión para el hogar. En lo sucesivo, $k = 4$ corresponde a un hogar que posee una vivienda cuyo valor es cuatro veces su renta anual si tiene productividad alta todos los periodos. Esta selección aproxima el ratio de patrimonio real sobre PIB calculado para la economía española.⁴ El conjunto $A = \{a_l, \dots, a_{n_a}\}$ determina las oportunidades de endeudamiento y ahorro para los hogares. En la economía de referencia $a_l = -3.6$, lo que se corresponde con el límite al endeudamiento que está garantizado por el valor de liquidación de la vivienda. La malla del conjunto A contiene 3200 puntos igualmente espaciados. La cota superior de A es un valor ligeramente mayor que 6, tal que no tiene efectos sobre las decisiones de los agentes.

La función de utilidad instantánea del consumo privado depende del estado indi-

⁴En el Anexo D se detalla la selección de éste y de los restantes parámetros de las preferencias.

vidual de los hogares. Para los trabajadores ($s = 1, s = 2$) con $k = 4$ toma la forma:

$$U_1(c, 4, n, s) = [c^{\alpha-\alpha_k} k^{\alpha_k} (\tau - n)^{1-\alpha}]^{1-\psi} / (1 - \psi)$$

Los trabajadores sin vivienda ($k = 0$) pueden transformar el bien de consumo comprado en servicios de vivienda a la tasa $1/\gamma$. Su utilidad indirecta es:

$$U_1(c, 0, n, s) = \max[c_1^{\alpha-\alpha_k} c_2^{\alpha_k} (\tau - n)^{1-\alpha}]^{1-\psi} / (1 - \psi)$$

sujeto a:

$$c_1 + \gamma c_2 \leq c$$

donde se escoge un valor de γ tal que los hogares prefieran poseer una casa a tener que alquilarla.

La función de utilidad de los jubilados es:

$$U_1(c, k, n, 3) = \delta_r [c^\alpha]^{1-\psi} / (1 - \psi)$$

donde δ_r indica la importancia del consumo durante la jubilación en relación al consumo durante la vida laboral.

Finalmente, todos los hogares valoran el consumo público según:

$$U_2(g) = \delta_g g^{\alpha(1-\psi)} / (1 - \psi).$$

El parámetro δ_g determina la preferencia de los hogares por el consumo del sector público. Se escoge de manera que la mitad de la población prefiere un θ alto con su g asociado, y la otra mitad un θ bajo con su g asociado.

2.4 Resultados

La senda de equilibrio del modelo sin incertidumbre agregada converge a un estado estacionario único. El equilibrio del modelo incluye una distribución endógena de hogares

que converge a una distribución invariante. La distribución invariante se utiliza para obtener las variables agregadas en estado estacionario. En primer lugar se resuelve el equilibrio de la economía en la que los hogares pueden endeudarse hasta el valor de liquidación de sus viviendas. Voy a referirme a esta economía como la economía de referencia puesto que la calibración corresponde a esta economía. A continuación se escogen distintos valores del límite de crédito entre el de la economía de referencia ($a_l = -3.6$) y el de la economía en la que los hogares no pueden endeudarse ($a_l = 0$). El equilibrio de las distintas economías se resuelve manteniendo el resto de la calibración igual que en la economía de referencia. Este procedimiento permite caracterizar los efectos de los cambios en las posibilidades de endeudamiento de que disponen los hogares. En primer lugar se identifican los efectos de las restricciones de liquidez sobre las reglas de decisión óptimas de los hogares. A continuación se presentan los resultados agregados. Finalmente se discuten los cambios en la distribución de la riqueza y sus implicaciones de bienestar.

2.4.1 Consecuencias sobre las reglas de decisión

Cuando cambian las posibilidades de endeudamiento, las decisiones de ahorro, consumo e inversión de los hogares cambian para aquellos estados individuales (a, k, s) en los que la restricción de crédito es vinculante. La decisión óptima de empleo no se modifica puesto que sólo depende de los precios relativos y de las utilidades marginales del consumo y del ocio que no cambian cuando cambian las posibilidades de endeudamiento de los hogares. A continuación se discuten estos resultados.

Decisión de inversión

Dada la calibración del modelo, los trabajadores ($s = 1, 2$) invierten (adquieren su vivienda) tan pronto como su ahorro, su renta en el periodo y el crédito disponible se

lo permite. Una vez que adquieren la vivienda la mantienen en propiedad hasta que se jubilan. Los jubilados propietarios de vivienda la venden tan pronto como alcanzan este estado ($s = 3$). Por tanto, al variar las posibilidades de endeudamiento la decisión de inversión de los trabajadores cambia exclusivamente en la medida en que se modifica la cantidad de ahorro necesario para pagar la entrada de su vivienda.

Decisión de ahorro

La única decisión de ahorro que se modifica en los experimentos es la de los trabajadores no propietarios ($s = 1, 2; k = 0$). Las posibilidades de endeudamiento determinan la cantidad de ahorro necesaria para pagar la entrada de las viviendas y por tanto, la cantidad de ahorro máxima que acumulan los hogares sin vivienda. Además, cuando aumentan las posibilidades de endeudamiento los hogares están dispuestos a ahorrar una fracción mayor de sus recursos. Esto se explica porque la mayor disponibilidad de crédito permite a los hogares adquirir antes sus viviendas.

Decisión de consumo

Los hogares están dispuestos a renunciar a consumo presente cuando hacerlo les permite adquirir su vivienda. A medida que aumentan las posibilidades de endeudamiento, los hogares adquieren su vivienda pagando una entrada menor, y en ese momento están dispuestos a reducir drásticamente su consumo en bienes puesto que se ven compensados por la propiedad de su vivienda.

Hay un aspecto en el que conviene insistir en este punto. Dada la calibración del modelo, los hogares con productividad alta ($s = 1$) deciden óptimamente consumir y ahorrar hasta que acumulan cierta cantidad de riqueza.⁵ Sin embargo, los hogares con productividad baja ($s = 2$) financian su consumo con parte de sus activos y sólo si su

⁵La cantidad máxima de riqueza que se acumula con probabilidad positiva en un número finito de periodos determina el conjunto ergódico de la economía $E = \{(a, k, s) \in A \times K \times S : a < 3.36 + \phi k\}$, siendo $k \in K = \{0, 4\}$.

riqueza es cero o muy pequeña deciden trabajar para financiar su consumo. Ya hemos visto que la restricción de crédito de los hogares exige que para endeudarse adquieran su vivienda que actúa como colateral. Sin embargo, cuando los hogares son propietarios de sus viviendas pueden endeudarse para financiar su consumo presente. Esto es de hecho lo que óptimamente deciden los hogares en $s = 2$, $k = 4$. Al aumentar las posibilidades de endeudamiento un mayor número de hogares pueden adquirir antes sus viviendas y por tanto, aumenta la posibilidad de que los hogares puedan endeudarse para financiar su consumo presente.

El gráfico 2.1 quizás pueda ofrecer una intuición mejor de los resultados anteriores. En este gráfico están representadas las secuencias de riqueza no humana $\{a_t + k_t\}$ correspondientes a la economía de referencia (economía 1) y a la economía sin crédito (economía 2). Cada secuencia puede interpretarse como la historia media de los hogares de la economía correspondiente. En el primer periodo los hogares son idénticos y su riqueza es cero. Cada hogar trabaja durante la primera parte de su vida hasta que se jubila. Abusando del lenguaje, a un hogar imaginario que vive esta historia le voy a llamar *hogar promedio* por dos razones:

1. El hogar promedio acumula su patrimonio esperado en cada periodo durante su vida laboral. Durante la vida laboral son posibles dos estados: $s = 1$ y $s = 2$. El estado $s = 1$ se realiza con probabilidad $\pi = D_{s=1}/D_{s=1,2} = 0.85$ y el estado $s = 2$ se realiza con probabilidad $(1 - \pi)$.⁶ El patrimonio esperado es entonces la suma, ponderada por la probabilidad de cada estado, de la riqueza no humana al final de cada periodo. La riqueza no humana al final de cada periodo en cada estado s viene dada por las reglas de decisión óptimas.
2. La duración de la vida laboral y de la jubilación se toman iguales a su duración esperada. Por tanto, el hogar promedio trabaja durante 33 años y permanece

⁶Siendo D_s la duración esperada del estado s .

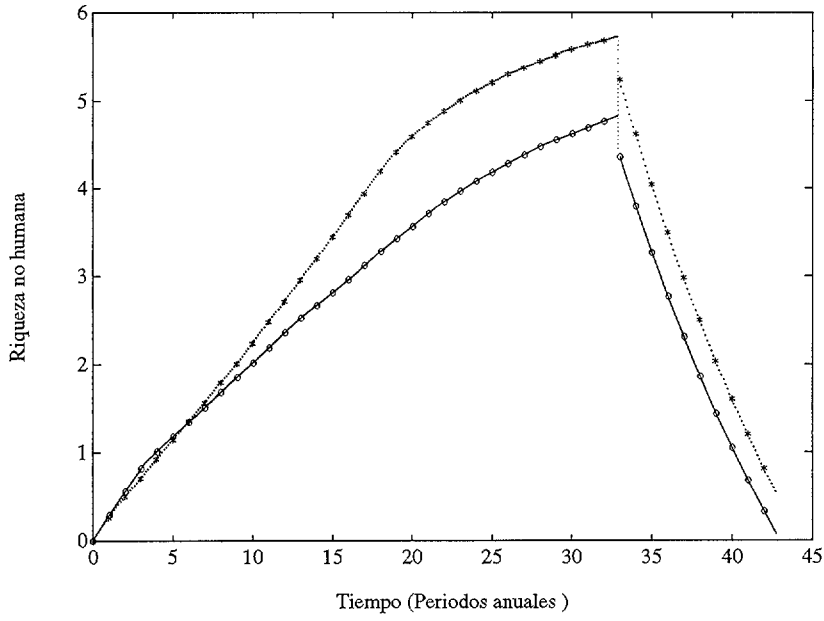


Figura 2.1: Acumulación de riqueza no humana.

ECONOMIA 1: $a_l = -3.6$ ($-\ominus$).

ECONOMIA 2: $a_l = 0.0$ ($\cdot \cdot * \cdot \cdot$).

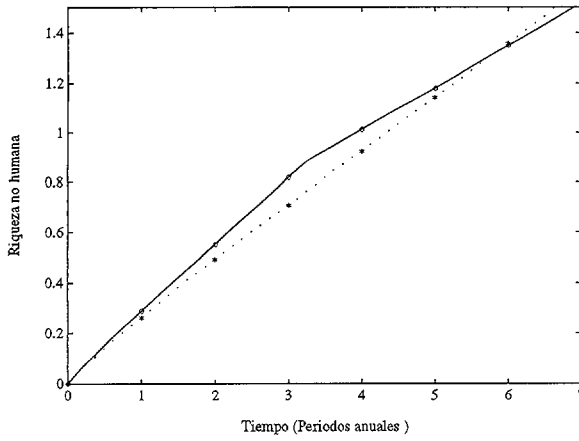


Figura 2.2: Acumulación de riqueza no humana.

Detalle para los 6 primeros años.

ECONOMIA 1: $a_l = -3.6$ ($-\ominus$).

ECONOMIA 2: $a_l = 0.0$ ($\cdot \cdot * \cdot \cdot$).

jubilado otros 10 años.

Se puede comprobar que en la economía sin crédito la vivienda se adquiere tras algo más de 15 años de trabajo, mientras que en la economía en la que un hogar puede endeudarse hasta el valor de liquidación de su vivienda la hipoteca se suscribe al final del tercer año.

La variación en el tiempo de los activos acumulados es similar. La discontinuidad a los 33 años corresponde a la depreciación a la que está sujeta la venta de la vivienda. Inicialmente la senda de ahorro de la economía con crédito se sitúa por encima de la senda de ahorro de la economía sin crédito. El gráfico 2.2 recoge con más detalle este resultado. Si bien en las dos economías el hogar ahorra a una tasa constante hasta que adquiere su vivienda, esta tasa es tanto mayor cuanto mayores son las posibilidades de endeudamiento en la economía. El hogar de la economía con crédito puede disfrutar antes de la propiedad de su vivienda y está dispuesto a renunciar a parte de su consumo en bienes. Es por esto que su tasa de ahorro es mayor cuanto menores son las restricciones de liquidez.

Sin embargo, la curva de la economía 2 termina situándose por encima de la curva de la economía 1. La diferencia entre ambas se debe a que el hogar en la economía 1 tiene que dedicar una parte de sus recursos reales a pagar los costes de mantenimiento de la vivienda y los costes del crédito. Esta diferencia es cada vez mayor entre los 7 y los 17 años, pero se reduce cuando el hogar de la economía 2 adquiere su vivienda y tiene por tanto que pagar los costes de mantenimiento. Cuando en las dos economías los hogares son propietarios de sus viviendas, la diferencia entre ambas sendas se explica por el coste del endeudamiento. Como se verá en la sección siguiente, el resultado anterior contribuye a explicar por qué la riqueza agregada de los hogares disminuye a medida que pueden endeudarse más.

| | $a_l = 0.00$ | $a_l = -0.90$ | $a_l = -1.80$ | $a_l = -2.70$ | $a_l = -3.60$ |
|-----------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| Capital | 1.87 | 2.11 | 2.37 | 2.61 | 2.75 |
| Depósitos | 1.71 | 1.39 | 1.14 | 0.93 | 0.87 |
| Créditos | 0.00 | 0.03 | 0.15 | 0.37 | 0.51 |
| Neto | 3.58 | 3.47 | 3.36 | 3.17 | 3.11 |

Tabla 2.1: Balance de situación de los Hogares: Fondos.

2.4.2 Consecuencias agregadas

La tabla 2.1 recoge las partidas del balance de situación de los hogares atendiendo a sus posibilidades de endeudamiento. En la cabecera de las columnas aparece el límite al crédito con signo negativo, por consistencia con la definición de $A = \{a_l, \dots, a_{n_a}\}$.

Se puede observar lo siguiente:

1. El capital de estado estacionario propiedad de los hogares aumenta a medida que aumenta su capacidad de endeudamiento. Si tenemos en cuenta que la medida de hogares es igual a 1 y que el valor de una unidad de capital es 4, este dato también puede interpretarse como la proporción de hogares que son propietarios de sus viviendas. Así, por ejemplo, cuando los hogares no pueden endeudarse ($a_l = 0.0$) un 46.75% ($= 1.81/4$) son propietarios de sus viviendas. Esta proporción alcanza el 68.75% ($= 2.75/4$) cuando los hogares pueden endeudarse hasta el valor de liquidación de sus viviendas ($a_l = -3.6$).
2. Los depósitos agregados disminuyen a medida que aumenta el crédito. Este resultado se debe sobre todo a que a medida que aumenta la capacidad de endeudamiento de los hogares, la entrada que tienen que pagar para adquirir sus viviendas disminuye y, por lo tanto, sus ahorros por este motivo también lo hacen.

3. El valor de los créditos concedidos a los hogares aumenta a medida que aumenta su capacidad de endeudamiento. Este resultado se explica porque dados los parámetros de las preferencias y los precios (que son exógenos), los hogares prefieren ser propietarios de sus viviendas a tener que alquilarlas y deciden endeudarse tanto como pueden para adquirirlas.
4. La riqueza agregada de los hogares disminuye a medida que pueden endeudarse más. Esto se debe a que contraer deudas es costoso. Además, los hogares sustituyen depósitos remunerados por viviendas. Se puede comprobar que:

$$\frac{\Delta(\frac{\Delta K}{\Delta a_l})}{\Delta a_l} \simeq 0, \quad \frac{\Delta(\frac{\Delta D}{\Delta a_l})}{\Delta a_l} > 0, \quad \frac{\Delta(\frac{\Delta L}{\Delta a_l})}{\Delta a_l} > 0,$$

con $a_l \in (0.0, -3.6)$.

Así, en términos agregados, a medida que aumentan las posibilidades de endeudamiento, la tasa de crecimiento del crédito es mayor que la tasa de crecimiento de la vivienda en propiedad. Por tanto, a pesar de que los depósitos disminuyen cada vez menos, el valor de los créditos aumenta cada vez más por lo que el neto patrimonial de los hogares se reduce.

La tabla 2.2 recoge el PIB anual y su descomposición. Puede observarse que el PIB anual aumenta al aumentar el límite de crédito.

El consumo agregado aumenta a medida que aumenta la capacidad de endeudamiento de los hogares. Sin embargo, no todos los componentes del consumo agregado aumentan por igual.

Las mayores posibilidades de endeudamiento generan un incremento en los servicios de vivienda dado que el fondo de capital aumenta y los servicios de vivienda recogen el coste de alquiler del capital: $k'(\delta + \mu + r_l)$.⁷ Por el contrario, los servicios bancarios disminuyen excepto cuando se compara la economía en la que los hogares pueden

⁷Siendo δ la tasa de depreciación, μ el coste de mantenimiento del capital, y r_l el tipo de interés

| | $a_l = 0.00$ | $a_l = -0.90$ | $a_l = -1.80$ | $a_l = -2.70$ | $a_l = -3.60$ |
|-----------------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| PIB | .8263 | .8506 | .8753 | .8980 | .9112 |
| Consumo | .7470 | .7567 | .7676 | .7763 | .7838 |
| Bienes | .3986 | .3873 | .3699 | .3475 | .3339 |
| Vivienda | .2669 | .3024 | .3393 | .3734 | .3934 |
| Mantenimiento | .0934 | .1057 | .1186 | .1306 | .1375 |
| Serv. Bancarios | .0815 | .0670 | .0584 | .0554 | .0565 |
| Gasto Público | .0725 | .0861 | .0986 | .1111 | .1171 |
| Inversión | .0068 | .0078 | .0091 | .0106 | .0103 |

Tabla 2.2: PIB anual y descomposición.

endeudarse hasta el 75% del valor de liquidación del capital ($a_l = -2.7$), con una economía en la que los hogares pueden endeudarse hasta el valor de liquidación del capital; en general, la reducción de los depósitos da lugar a una disminución de los servicios bancarios ($\eta_d \cdot d$), mayor que el aumento en los servicios bancarios debido al incremento en la cantidad agregada de créditos ($\eta_l \cdot l$).

El consumo agregado en bienes, que incluye los alquileres, también disminuye cuando aumentan las posibilidades de endeudamiento. Esto se explica en parte porque los hogares sustituyen consumo en bienes por consumo de servicios de vivienda. Además, la vivienda tiene asociado un coste de mantenimiento, y si los hogares se endeudan para adquirirla tienen que dedicar parte de su renta a pagar los costes del crédito.

El gasto público aumenta a medida que aumentan las posibilidades de endeu-

real de los préstamos. Nótese que la vivienda sólo se deprecia en el momento de su venta a la tasa $(1 - \phi)$. Dadas las preferencias de los hogares, estos sólo venden su vivienda en el estado $s = 3$. Por tanto, $\delta = (1 - pr\{s' = 1, 2 | s = 1, 2\})(1 - \phi)$.

damiento de los hogares. Este resultado se debe a que se exige que en todo momento el gasto del sector público sea equilibrado.

La inversión neta en estado estacionario es la diferencia entre compras de capital, y ventas de capital por su valor de liquidación. Su evolución depende tanto de la decisión de inversión en estado estacionario (tanto mayor cuanto menor sea el límite al crédito), como del porcentaje de población que alcanza la jubilación siendo propietarios de sus viviendas puesto que éstos las venden inmediatamente dadas sus preferencias.

En definitiva, las variaciones en la composición del PIB ante variaciones en las posibilidades de endeudamiento de los hogares, se explican fundamentalmente por el creciente acceso a la propiedad de la vivienda generado por las mayores oportunidades de crédito. Se puede comprobar que las rentas del trabajo (0.655) y la tasa de empleo (0.85) permanecen aproximadamente constantes en todos los experimentos puesto que la decisión de empleo no varía cuando se modifica el límite al crédito.

2.4.3 Consecuencias distributivas y costes de bienestar

La tabla 2.3 recoge los cambios en la distribución invariante de estado estacionario cuando cambian las posibilidades de endeudamiento de los hogares. Las filas indican la proporción de propietarios ($k = 4$) y no propietarios ($k = 0$) en cada estado individual s .⁸ Se puede observar que a medida que aumentan las posibilidades de endeudamiento, una parte de los hogares sin vivienda pasan a ser propietarios de ésta. Sin embargo, ya hemos visto que la riqueza agregada de los hogares disminuye cuando aumenta la

⁸La medida de hogares en cada estado s es la misma en todas las economías y viene dada por las probabilidades de transición de s . Nótese que $s = 3$, $k = 4$ recoge la medida de hogares que en el periodo alcanzan la jubilación siendo propietarios, y que estos hogares deciden vender sus viviendas en este periodo.

| | $a_l = 0.00$ | $a_l = -0.90$ | $a_l = -1.80$ | $a_l = -2.70$ | $a_l = -3.60$ |
|---------|--------------|---------------|---------------|---------------|---------------|
| $k = 0$ | .25961 | .20626 | .15050 | .09827 | .07027 |
| $s = 1$ | | | | | |
| $k = 4$ | .39838 | .45173 | .50749 | .55972 | .58771 |
| $k = 0$ | .05051 | .04202 | .03341 | .02628 | .01965 |
| $s = 2$ | | | | | |
| $k = 4$ | .06642 | .07491 | .08352 | .09066 | .09728 |
| $k = 0$ | .22330 | .22307 | .22288 | .22260 | .22246 |
| $s = 3$ | | | | | |
| $k = 4$ | .00177 | .00201 | .00225 | .00248 | .00261 |

Tabla 2.3: Distribución invariante de estado estacionario (Medida total = 1).

disponibilidad de crédito. Si bien las restricciones de liquidez reducen el bienestar de los hogares, al mismo tiempo dan lugar a cambios importantes en la distribución de la riqueza. A continuación se calcula el coste de bienestar de las restricciones de liquidez y se investigan sus posibles consecuencias redistributivas.

Una medida de bienestar

Sea $\{\Omega, \Lambda | g, \theta, i, e, \omega, \rho, b_g, r_g\}$ una política de referencia donde, dada la regla de política del sector público, Ω representa el marco institucional y Λ representa la especificación de las posibilidades de endeudamiento de los hogares. Vamos a definir una medida de bienestar asociada a un cambio de política de la forma $\{\Omega, \Lambda' | g', \theta, i, e, \omega, \rho, b'_g, r'_g\}$.⁹ En lo sucesivo, nos referiremos a un cambio exógeno de política en términos de Λ .

⁹Nótese que los procesos g , b_g y r_g asociados a la regla de política del sector público no son invariantes al cambio de política Λ' considerado.

Algunas definiciones previas

Sea $i \equiv (a, k, s)$ un estado individual. Se define la riqueza total de un hogar como $W(i) \equiv a + k + h(s)$, donde a son sus activos financieros, k es su capital tangible y $h(s)$ representa su riqueza humana que se define como

$$h(s) = E\left\{\sum_t \beta^t \sigma(s_t) w(s_t) | s_0 = s\right\}. \quad (2.3)$$

Dado que en esta economía el tipo de interés de los préstamos es distinto del tipo de interés de los depósitos, se utiliza β para la actualización.

El valor de un hogar del tipo i es la suma del valor de sus consumos privados y públicos, es decir,

$$V(i, y | \Lambda) = V_p(i | \Lambda) + V_g(s, y | \Lambda), \quad (2.4)$$

donde V_p es la función de valor óptima V del programa dinámico que resuelven los hogares correspondiente a Λ , y V_g se define como

$$V_g(s, y | \Lambda) \equiv E\left\{\sum_t \beta^t \sigma(s_t) \delta_g g_t^{\alpha(1-\psi)} / (1-\psi) | y_0 = y, \Lambda\right\}, \quad (2.5)$$

Medida de bienestar

La medida de bienestar considerada se basa en el *principio de compensación*, es decir: cuánto ha de compensarse a los hogares para que permanezcan indiferentes entre la política de referencia con la compensación y la nueva política sin ella. Dada la estructura del modelo se puede comprobar que V es homogénea¹⁰ de grado $\alpha(1-\psi)$ en la riqueza $a, k, w(s)$ (aumentada por las transferencias $\omega(i)$). Con esta propiedad, el factor de compensación λ es:

¹⁰Multiplicar la riqueza de un hogar por $\lambda > 0$ es multiplicar su a_0 y su k_0 , y todos sus $w(s_t)$ por λ .

$$\lambda(i, y|\Lambda, \Lambda') = \left[\frac{V(i, y|\Lambda')}{V(i, y|\Lambda)} \right]^{1/\alpha(1-\psi)} \quad (2.6)$$

de manera que la compensación que hay que dar a los hogares para que permanezcan indiferentes al cambio de política considerado es una fracción de su riqueza $m(i, y|\Lambda, \Lambda') = [\lambda(i, y|\Lambda, \Lambda') - 1]W(i)$. La medida de bienestar se define entonces como:

$$M(y, \Lambda, \Lambda') \equiv \frac{\sum_i W(i)[\lambda(i, y|\Lambda, \Lambda') - 1]y(i)}{\sum_i W(i)y(i)} \quad (2.7)$$

Implicaciones sobre el bienestar

La utilidad individual de cada hogar aumenta cuando dispone de mayores oportunidades de endeudamiento puesto que decide óptimamente sobre un conjunto factible mayor. En efecto, a partir de las definiciones anteriores se puede comprobar que:

$$\lambda(a, k, s|\Lambda^0, \Lambda') \equiv \left[\frac{V_p(a, k, s|\Lambda')}{V_p(a, k, s|\Lambda^0)} \right]^{1/\alpha(1-\psi)} \leq 1 \quad (2.8)$$

para todo $(a, k, s) \in (A^0 \times K \times S) \cap (A^p \times K \times S)$, para todo Λ' . Es decir, para todo estado individual (a, k, s) , cuando los agentes toman sus decisiones en un conjunto factible menor ($A^p \subseteq A^0$) en ningún caso mejora su bienestar si éste se mide sobre el valor privado. Dado que λ no puede obtenerse para los valores no comunes del soporte de la distribución, no es posible calcular el coste de bienestar agregado de las restricciones de liquidez mediante la ecuación (2.7), es decir, agregando sobre la distribución invariante los factores de compensación de cada tipo de hogar (a, k, s) . Es por ésto que el factor de compensación λ del hogar promedio de la economía de referencia se propone como un indicador del coste de bienestar agregado de las restricciones de liquidez.¹¹

¹¹Si se calcula el valor descontado de la utilidad de los procesos $\{c_t, k_{t+1}, n_t\}$ a lo largo de la vida de este agente, se comprueba que es mayor en la economía de referencia.

Sean $V_p^0(a = 0, k = 0, s)$ y $V_p'(a = 0, k = 0, s)$ los valores de los consumos privados del hogar promedio en la economía de referencia y en la economía sin crédito, respectivamente. Sean $V_g^0(s)$ y $V_g'(s, y)$ los valores que el hogar promedio deriva del consumo del sector público en cada una de las dos economías. El valor de cada vida¹² es entonces $V = V_p + V_g$.

Resolviendo la ecuación (2.6) para V se obtiene que el factor de compensación que deja indiferente al hogar promedio de la economía con crédito entre las dos economías es 0.82. Es decir, el cambio de política supone para este hogar un coste de bienestar equivalente al 18% de su riqueza al nacer. Esta riqueza es la que se deriva de su productividad esperada: algo más de 22 veces la renta anual de un hogar que tiene productividad alta todos los periodos. La contribución de V_g aumenta el coste de bienestar puesto que los hogares derivan utilidad del consumo del sector público y éste es menor en la economía sin crédito. El factor de compensación medido sobre V_p es 0.87.

Distribución de la riqueza

Para evaluar los efectos de las restricciones de liquidez sobre la distribución de la riqueza se calcula el porcentaje de riqueza que acumulan los hogares en estado estacionario. La Tabla 2.4 recoge la distribución de la riqueza en la economía de referencia (economía 1) y en la economía sin crédito (economía 2). Para ello se ha dividido la distribución de hogares en quintiles y se calculado el porcentaje de la riqueza agregada que acumula cada quintil en el estado estacionario de cada economía.

¹²Los valores privados se obtienen de la solución de la ecuación funcional del problema de optimalidad de los hogares en cada una de las dos economías y los valores públicos se calculan como se ha indicado anteriormente en (2.5).

| Grupos en la población (%) | | | | | |
|---|--------|---------|---------|---------|----------|
| | 0 – 20 | 20 – 40 | 40 – 60 | 60 – 80 | 80 – 100 |
| Riqueza (%) Economía 1 ($a_l = -3.6$) | 0.83 | 8.88 | 19.76 | 30.86 | 39.66 |
| Riqueza (%) Economía 2 ($a_l = 0.0$) | 1.08 | 9.53 | 21.75 | 31.36 | 36.28 |

Tabla 2.4: Distribución de la riqueza agregada en estado estacionario.

En ambas economías los hogares más pobres son los más jóvenes y los más viejos. Estos hogares acumulan una fracción mayor de la riqueza agregada en la economía sin crédito. En relación con los resultados de la sección 2.4.1, la Tabla 2.4 sugiere que, en la economía en la que los hogares pueden endeudarse, el efecto del coste del endeudamiento domina a la mayor tasa de ahorro en los primeros periodos, ya que la riqueza que acumulan los hogares más pobres de esta economía es menor.

En el gráfico 2.3 están representadas las Curvas de Lorenz asociadas a las distribuciones de la riqueza en cada economía. Se puede comprobar que en la economía sin crédito la distribución de la riqueza es más igualitaria. Puesto que las Curvas de Lorenz no se cortan es correcto calcular una aproximación al Índice de Gini para obtener un indicador de la concentración de la riqueza en cada economía. Para la economía 1 se obtiene $G_1 = 0.4984$, mientras que para la economía 2 se obtiene $G_2 = 0.4608$. Por tanto, la concentración de la riqueza en la economía sin crédito es un 92% de la que se obtiene en la economía con bancos.

Si bien las restricciones de liquidez dan lugar a una distribución más igualitaria de

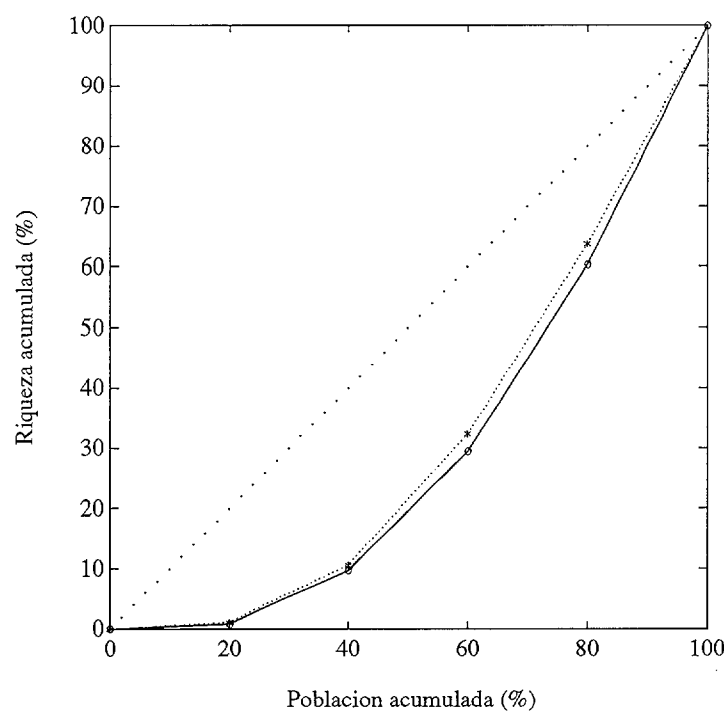


Figura 2.3: Aproximación a las Curvas de Lorenz.

ECONOMIA 1: $a_l = -3.6$ ($-\ominus$).

ECONOMIA 2: $a_l = 0.0$ ($\cdots * \cdots$).

la riqueza, cuando aumentan las posibilidades de endeudamiento de los hogares siempre se obtiene una ganancia en eficiencia en la economía.

2.5 Conclusiones

En este capítulo se estudian las consecuencias de las restricciones de liquidez en economías que modelizan el sector bancario explícitamente, con agentes que sobreviven al periodo siguiente con una distribución de probabilidad exponencial y en presencia de mercados incompletos de seguro. Para ello se utiliza y se amplía el modelo descrito por Díaz-Giménez et al., (1992). Los bancos intermedian entre los hogares, y entre el sector de los hogares y el sector público. Los hogares se endeudan para financiar la compra de sus viviendas y ahorran para protegerse contra la incertidumbre de su renta futura y para la jubilación. Los bancos reciben el ahorro de los hogares y compran deuda remunerada que emite el sector público. La legislación impone a los bancos un coeficiente de caja. Los hogares sólo pueden endeudarse a un tipo de interés que excede el tipo de interés que reciben por sus depósitos, lo que tiene efectos importantes sobre la acumulación de riqueza por parte de los hogares.

En primer lugar se obtienen los efectos de las restricciones de liquidez sobre las decisiones individuales. El hogar promedio ahorra más durante los primeros años de su vida en la economía en la que puede endeudarse hasta el valor de liquidación de la vivienda. Esto se explica porque el hogar está dispuesto a renunciar a parte de su consumo presente para ser propietario de su vivienda lo que hace que su tasa de ahorro sea mayor. Sin embargo, el hogar que puede endeudarse hasta el valor de liquidación de su vivienda acumula finalmente una menor riqueza debido al coste del endeudamiento.

La distribución endógena de tipos de hogares en la población se utiliza para obtener los resultados agregados. Cuando aumentan las restricciones de liquidez aumenta la

fracción de la población que no puede endeudarse todo lo que desearía, lo que reduce el crédito agregado. Sin embargo, un aumento de las restricciones de liquidez reduce la parte de los recursos reales que absorben los servicios bancarios, lo que da lugar a un aumento en la riqueza agregada de los hogares.

Si bien los hogares al nacer ven reducido su bienestar al enfrentar mayores restricciones de liquidez, se encuentran en cierta etapa de sus vidas con una riqueza mayor y por tanto con un bienestar mayor en esa etapa. Para medir la importancia de éstos efectos se evalúan las consecuencias distributivas y los costes de bienestar asociados a las restricciones de liquidez. Para ello se calcula un indicador del coste de bienestar a partir del valor de los consumos del hogar promedio a lo largo de su vida. Este indicador contiene por tanto toda la historia del hogar. Se obtiene que situar al hogar de la economía con crédito en una economía en la que no puede endeudarse le supone un coste de bienestar aproximadamente igual al que resulta de una reducción del 18% en su riqueza. Respecto a la distribución de la riqueza, la concentración de la riqueza en la economía sin crédito es un 92% de la que se obtiene en la economía de referencia. Los resultados sugieren que reducciones en los costes de intermediación que soportan los hogares tienen un efecto redistributivo, puesto que la fracción de la riqueza agregada que acumulan los hogares más pobres es menor cuanto mayores son los costes del endeudamiento. Si los cambios en la distribución de la riqueza se deben a diferencias intergeneracionales o intrageneracionales queda para futura investigación.

Anexo

A. El problema de decisión de los bancos

En cada periodo los bancos resuelven el siguiente problema de maximización estático:

$$\max_{B_b, L_b, R_b, D_b} B_b + L_b + R_b - D_b \quad (2.9)$$

$$s.a. : B_b(1 - i) + R_b + L_b(1 - i_l) + \eta_d D + \eta_l L \leq D_b(1 - i_d) \quad (2.10)$$

$$R_b \geq \rho D_b \quad (2.11)$$

$$L_b, R_b, D_b \geq 0 \quad (2.12)$$

La función objetivo es los activos del banco al final del periodo. La ecuación (2.10) es su restricción de flujo de caja, y la ecuación (2.11) es su requerimiento de reservas.

B. El programa dinámico descontado finito

La ecuación funcional del programa dinámico que resuelve un hogar del tipo (a, k, s) es:

$$v(a, k, s) = \max_{c, n, d, l, x^d, x^s, a', k'} \{ \sigma(s) U_1(c, k', \tau - n, s) + \beta \sum_{s'} v(a', k', s') \pi(s'|s) \} \quad (2.13)$$

$$s.a. : c + x^d + d + \mu k' \leq a + [1 - \theta][w(s)n + di_d - li_l] + x^s + l + \omega(a, k, s) \quad (2.14)$$

$$l \leq \phi k' e \quad (2.15)$$

$$a' \leq (d - l)/e \quad (2.16)$$

$$k' = k + x^d - x^s / \phi \quad (2.17)$$

$a' \in A$, $k' \in K$, con a , k dados. La ecuación (2.14) es la restricción presupuestaria, (2.15) es la restricción de crédito, (2.16) representa la acumulación de activos y (2.17) la acumulación de capital.

C. Definición de equilibrio

Sea (a, k, s) el estado de un hogar, y sea $y(a, k, s)$ la medida de agentes del tipo (a, k, s) . Un *equilibrio recursivo* para la política $\{e, i, \theta, \rho, \omega\}$, dado y_0 , es: un conjunto de reglas de política para el sector público $\{g(y), b_g(y), r_g(y)\}$, para los bancos $\{b_b(y), r_b(y), l_b(y), d_b(y)\}$, y para los hogares $\{c(a, k, s), d(a, k, s), l(a, k, s), n(a, k, s), x^d(a, k, s), x^s(a, k, s), a'(a, k, s), k'(a, k, s)\}$, y una distribución invariante $y(a, k, s)$, tales que:

- i. Dados i, i_l, i_d , y ρ , la política de los bancos resuelve el problema de maximización (2.9) - (2.12) anterior.
- ii. Dados i_l, i_d, e y θ , la política de los hogares resuelve el problema de maximización (2.13) - (2.17) anterior.
- iii. El mercado de bienes se vacía. Es decir,

$$\begin{aligned} \sum_{a,k,s} y(a, k, s)[c(a, k, s) + x^d(a, k, s) + d(a, k, s)\eta_d + l(a, k, s)\eta_l + \mu k'(a, k, s)] + g(y) \\ = \sum_{a,k,s} y(a, k, s)[n(a, k, s)w(s) + x^s(a, k, s)] \end{aligned}$$

- iii. El mercado de activos se vacía. Es decir,

$$\begin{aligned} b_b(y) &= b_g(y) \\ l_b(y) &= \sum_{a,k,s} y(a, k, s)l(a, k, s) \\ r_b(y) &= r_g(y) \\ d_b(y) &= \sum_{a,k,s} y(a, k, s)d(a, k, s) \end{aligned}$$

- iv. $y(a, k, s)$ es una distribución estacionaria,

$$y(a', k', s') = \sum_{a,k,s \in \Omega(a', k')} y(a, k, s)\pi(s'|s) + \psi_{a', k', s'}(a, k, s)$$

donde $\Omega(a', k') = \{(a, k, s) : a' = a'(a, k, s), k' = k'(a, k, s)\}$ y ψ denota la medida de los que nacen. Toda la masa de ψ está en (a', k') tales que $a' = k' = 0$.

| | |
|------------------------|---------|
| Tipo medio efectivo | 11.9834 |
| Tipo medio ponderado | 11.9586 |
| Tipo marginal | 12.0252 |
| Mercado 2io a 12 meses | 11.5911 |

Tabla 2.5: Tipos de interés de las Letras del Tesoro. Medias para el periodo 1987:6-1994:12. Fuente: *Banco de España*.

Esta condición indica que se consideran los equilibrios estacionarios en los que la distribución de agentes con respecto a (a, k, s) permanece constante en el tiempo.

D. Calibración

Tipos de interés.

Deuda (i)

El tipo de interés de la deuda del sector público se escoge igual a la media de los tipos medios efectivos de las Letras del Tesoro a un año para el periodo 1987:6-1994:12 (Tabla 2.5). Se elige $i = 12\%$ nominal anual.

Bancos (i_l e i_d)

A partir de las series construidas por Cuenca (1994) actualizadas, se calculan los tipos medios de las operaciones activas y pasivas de Banca y Cajas ponderando por saldos y plazos (Tabla 2.6). Se eligen $i_l = 15\%$ e $i_d = 7\%$ nominales anuales.

| | |
|------------------------------|---------|
| tipos activos banca | 15.2013 |
| tipos pasivos banca | 7.4870 |
| tipos activos cajas | 15.0214 |
| tipos pasivos cajas | 6.9514 |
| Ponderando por saldos | |
| tipos activos | 15.1442 |
| tipos pasivos | 7.2368 |

Tabla 2.6: Tipos de interés de bancos y cajas. Medias para el periodo 1974:1-1994:12 a partir de series de saldos y tipos de interés sintéticos. Fuente: Cuenca (1994).

Coefficiente de Caja (ρ)

Se elige $\rho = 2\%$. Los costes de intermediación son entonces $\eta_d = 0.00595$ y $\eta_l = 0.00375$ por periodo.

Precios ($e = 1 + \pi$)

La tasa de inflación se calcula a partir del deflactor del PIB para el periodo 1987:3-1994:4 y se obtiene una tasa del 5.98 por ciento. Fuente: Instituto Nacional de Estadística (INE), CNAE trimestralizada 1970:1-1994:4.

Tipo impositivo (θ)

Monés, Salas y Ventura (1992) estiman el tipo medio efectivo sobre la renta: 20%. Este es el número que utilizan García-Milá, Marcet y Ventura (1994).

Empleo: probabilidades de transición ($\pi_{s'/s}$)

En el modelo, las probabilidades de transición entre el estado $s = 1$ y el estado $s = 2$ determinan las oportunidades de empleo para los trabajadores. Como se describe en Imrohoroglu (1992), estas probabilidades pueden calcularse una vez elegidas la tasa de empleo media y la duración del desempleo en la economía. Para calibrar la tasa de empleo media dividimos la tasa media de ocupación por la tasa media de participación y obtenemos $N = 84.26\%$. (Fuente: EPA. 1976:3-1993:4).

Para calibrar la duración del desempleo nos basamos en estimaciones recientes para la economía española. En particular: Blanco (1995) estima 20 meses; Fuente: Encuesta de Condiciones de Vida y Trabajo (ECVT, varones). García Serrano (1995) estima entre 8 y 11 meses; Fuente: Encuesta de Población Activa (EPA, varones); Andrés, García y Jiménez (1989) estiman 19 meses; Fuente: ECVT (varones). Como un valor de compromiso escogemos una duración esperada del desempleo de 15 meses.

A partir de $D_u = 15$ meses (10 periodos del modelo) obtenemos $\pi_{2/2} = 0.9$. Dado que en estado estacionario $N' = N$ entonces $\pi_{1/1} = 1 - \pi_{1/2}(1 - N)/N$.

Salarios ($w(1)$, $w(2)$, $\omega(0, 0, 3)$)

El parámetro de productividad $w(s = 1) = 0.125$ implica que la renta laboral anual, para un hogar que tiene productividad alta en todos los periodos durante un año, es la unidad. El parámetro de productividad $w(s = 2) = 0.026$ se corresponde con una oportunidad de salario mínimo. Este parámetro se calcula a partir del ratio entre el salario mínimo interprofesional y el salario medio en la industria cuya media para el periodo 1981-1994 resulta ser de un 21 por ciento; Fuente: Boletín de Estadísticas Laborales (BEL) e INE. El salario mínimo es un dato anual en pts/día. La ganancia

por persona (pts/hora - pagos totales por hora trabajada en la industria) es trimestral 1981:1-1994:4 y el dato anual se obtiene como la media de los datos trimestrales. Media: $\frac{w(2)}{w(1)} = 0.2107$

Fondo de viviendas y duraderos.

Los datos disponibles de patrimonio real de la economía española son escasos. Estrada (1995) ha construido series del fondo de viviendas en la economía española para el periodo 1970-1993. A partir de estas series se obtiene que para el periodo 1975-1993 el ratio fondo de viviendas/RIB es en media 2.5. Para considerar un concepto más amplio de patrimonio real de los hogares utilizamos las estimaciones de Naredo (1993). Con estas series el ratio de activos reales de los hogares/PIB va desde el 3.06 de 1984 al 4.18 para 1991. Elegimos $\bar{k} = 4$ para aproximar el fondo de capital de los hogares del modelo a los activos reales propiedad de los hogares de la economía española.

Parámetros de las preferencias.

La dotación individual de tiempo productivo se elige para que $n = 1$ corresponda a un hogar que trabaja 45 de un total de 100 horas. Como en Kydland y Prescott (1991), α se calcula para que la elección de 45 horas aproxime la decisión óptima de empleo. Del mismo modo, α_k se elige igual al precio de alquiler del capital con lo que $\bar{k} = 4$ aproxima la decisión óptima de vivienda de los hogares. El parámetro γ se elige igual a 2 veces el precio de alquiler del capital de manera que los hogares prefieren poseer una casa a tener que alquilarla.

El parámetro δ_r se elige para que los depósitos agregados en el estado estacionario del modelo se aproximen a los que se calculan para la economía española.

Parámetros de la política del sector público (Por periodo)

| | | |
|--|-------------------|--------|
| Requerimiento de reservas | ρ | 0.02 |
| Impuesto sobre las rentas de trabajo e intereses | θ | 0.20 |
| Tipo de interés nominal de los bonos | i | 0.015 |
| Tasa de inflación | e | 1.0075 |
| Transferencias a: | | |
| Jubilados indigentes | $\omega(0, 0, 3)$ | 0.02 |
| Otros | $\omega(a, k, s)$ | 0.00 |

Parámetros de la política de los bancos (Por periodo)

| | | |
|-------------------------------------|----------|---------|
| Tipo de interés de los depósitos | i_d | 0.00875 |
| Tipo de interés de los préstamos | i_l | 0.01875 |
| Costes de intermediación unitarios: | | |
| Depósitos | η_d | 0.00595 |
| Préstamos | η_l | 0.00375 |

Parámetros de la política de los hogares (Por periodo)

Preferencias

| | | |
|--|------------|--------|
| Participación del consumo privado | α | 0.333 |
| Participación de los servicios del capital | α^k | 0.143 |
| Aversión al riesgo | ψ | 4.0 |
| Factor de descuento temporal | β | 0.9994 |
| Constante del consumo público | δ_g | 0.0104 |
| Dotación de tiempo productivo | τ | 2.22 |
| Constante de los jubilados | δ_r | 0.15 |

Tecnología

| | | |
|---|------------|--------|
| Coste de mantenimiento | μ | 0.0625 |
| Coefficiente de los servicios de alquiler | γ | 0.036 |
| Coste de desinversión | $1 - \phi$ | 0.10 |
| Probabilidad de nacer siendo: | | |
| Tipo 1 | ψ_1 | 0.85 |
| Tipo 2 | ψ_2 | 0.15 |

Probabilidades de transición de estados

| | | Al siguiente s' | | | |
|---------------------|---|-------------------|-------|-------|-------|
| | | 1 | 2 | 3 | 4 |
| De este periodo s | | | | | |
| Trabajadores | | | | | |
| Alta | 1 | .9783 | .0179 | .0038 | .0 |
| Baja | 2 | .0996 | .8966 | .0038 | .0 |
| Jubilados | 3 | .0 | .0 | .9869 | .0131 |
| Muertos | 4 | .0 | .0 | .0 | 1 |

E. Balances de situación.

Los datos de patrimonio real se toman de Naredo (1993). Los activos y pasivos financieros se construyen a partir de las Cuentas Financieras de la Economía Española, y se organizan de forma que se corresponden con los sectores que se consideran en el modelo. Para ello:

1. El sector de los hogares se corresponde con el sector familias de las cuentas financieras.
2. El sector de empresas contiene el sector de empresas financieras, el sector de empresas no financieras y el sector Resto del Mundo. Los dos últimos sectores se toman de las Cuentas Financieras, mientras que el sector de empresas financieras es el sector de Instituciones de crédito excluido el Banco de España, consolidado con el sector de empresas de seguro. El sector Resto del Mundo se reparte entre empresas financieras y no financieras atendiendo a la clasificación por instrumentos. Así, la parte que corresponde a depósitos y créditos se asigna al sector de empresas financieras, y la parte que se refiere a títulos se asigna al sector de empresas no financieras.

| | SalDOS/PIB | |
|----------------------------|------------|--------|
| | 1991 | Modelo |
| Activos totales | 5.32 | 3.97 |
| Activos tangibles | 4.18 | 3.02 |
| Activos sobre deuda | 0.95 | 0.95 |
| Acciones | 0.19 | — |
| Pasivos totales | 0.56 | 0.56 |
| Neto Patrimonial | 4.76 | 3.41 |

Tabla 2.7: Balance de situación de los hogares. Los datos de patrimonio real son de J. M. Naredo (1993), “La distribución de la riqueza”, *I Simposio sobre igualdad y distribución de la renta y la riqueza*, Vol. III. Fuente: *elaboración propia* a partir de las Cuentas Financieras de la Economía Española 1984-1993.

3. El sector público es el resultado de la consolidación del Banco de España con el sector de Administraciones Públicas.
4. En todos los balances las acciones se consideran por separado respecto al resto de los activos financieros del sector correspondiente.

| | % sobre PIB | |
|---|-------------|--------|
| | 1991 | Modelo |
| Instituciones de Crédito | 6.797 | |
| Banco de España | 1.246 | |
| Otras Inst. Monetarias | 5.196 | |
| Otras Inst. de Crédito | 0.355 | |
| Empresas de Seguro | 0.391 | |
| Total sector financiero (sin BE) | 5.944 | 6.200 |

Tabla 2.8: Valor añadido por el sector financiero. El sector financiero de la economía española que se considera es el sector de Instituciones de Crédito excluido el Banco de España mas el sector de empresas de seguro. Fuente: Cuentas Financieras de la Economía Española 1984-1993

Capítulo 3

Teoría de los ciclos reales y fluctuaciones agregadas de la economía española

3.1 Introducción

En este capítulo se evalúa el comportamiento empírico de un modelo básico de ciclos reales (**CR**, de aquí en adelante) calibrado con datos de la economía española. El enfoque de los **CR** ha dado lugar a importantes avances en la investigación de las fluctuaciones agregadas asociadas al ciclo económico. Sin embargo, resulta llamativa la escasez de aplicaciones de la metodología de los **CR** al análisis de las fluctuaciones de la economía española.¹ Una de las razones que explican esta circunstancia es la falta de datos adecuados para el análisis, ya que sólo muy recientemente ha sido posible disponer de una Contabilidad Nacional de periodicidad trimestral. Además, las fuentes estadísticas adicionales, necesarias para completar la selección de los parámetros del modelo, carecen a menudo de la homogeneización necesaria.²

¹Algunas excepciones se encuentran en Dolado et al., (1993) y García-Milá et al., (1994).

²En este sentido, los trabajos de Estrada y Sebastián (1993), Carbajo y García-Perea (1987) y García Perea (1991), entre otros, resultan de un valor inestimable.

Por tanto, la motivación de este estudio es doble: *i)* definir un conjunto de medidas consistente con la clase de modelos que se pretende utilizar, con el objetivo de mejorar la caracterización de las propiedades cíclicas y de largo plazo de la economía española respecto a las que se evalúa el comportamiento empírico de una economía artificial, y *ii)* caracterizar un marco de resultados de referencia útil para posteriores investigaciones que consideren tanto a las extensiones de los modelos más habituales que se discuten a continuación, como posibles mejoras del conjunto de datos.

La especificación de un modelo dinámico de equilibrio general que adoptamos en este estudio es la de Christiano y Eichenbaum (1992). Esta especificación incorpora en el mismo modelo a través de ligeras modificaciones: *i)* las hipótesis de trabajo *divisible* e *indivisible* y *ii)* la presencia o no del sector público. La incorporación del sector público en el análisis representa una extensión al modelo básico de Hansen (1985) - Rogerson (1988) motivada por la evidencia en contra de considerar los shocks a la tecnología como el único impulso de las fluctuaciones en la economía de los EE.UU.

La principal ventaja de nuestra selección del modelo de referencia es que permite una mejor comparación con los resultados que se han obtenido para otras economías. Por tanto, podremos evaluar con más claridad si bajo el enfoque de los **CR** la economía española presenta aspectos diferenciales destacables. Por el contrario, los modelos que estudiamos en este capítulo son de economía cerrada, lo que representa una restricción importante en el análisis de las fluctuaciones de la economía española, en particular, porque excluimos del análisis el comportamiento cíclico de las exportaciones netas.

Christiano (1987) y Cooley y Prescott (1995) han propuesto definiciones de medidas de las variables consistentes con modelos que no incorporan el sector exterior. Ambos enfoques difieren en su tratamiento de la balanza comercial. Cooley y Prescott (1995) incluyen las exportaciones netas en la inversión mientras que Christiano (1987) las

excluye de la definición del producto. Las implicaciones de una alternativa frente a la otra se discuten en la caracterización de los hechos estilizados. En este estudio, y para facilitar la comparación de los resultados, mantenemos nuestra definición del conjunto de datos de referencia próxima a la propuesta de Christiano (1987).

Los modelos de **CR** integran el estudio de las fluctuaciones cíclicas en la teoría del crecimiento. Por tanto, antes de proceder al análisis de **CR** es importante saber si las observaciones son consistentes con la propiedad de crecimiento equilibrado. Encontramos que las horas trabajadas presentan una clara tendencia decreciente hasta mediados de los ochenta y que la relación capital-producto tiene cierta tendencia creciente. Es por ésto que vamos a utilizar como hipótesis de trabajo que restringir las observaciones al periodo 1976:1-1994:4 aproxima las propiedades de largo plazo de la economía española mejor que el conjunto de la muestra. Si bien la hipótesis anterior es justificable, utilizar una muestra de menos de 20 años puede ser un inconveniente si lo que se miden son varianzas, y particularmente cuando la muestra contiene poco más de un ciclo y medio de la economía española.

Nuestros resultados sugieren que el comportamiento empírico del modelo básico de ciclos reales, calibrado con datos de la economía española, no difiere sustancialmente de cuando se calibra el modelo con datos de la economía de los EE.UU. Por un lado, el modelo se comporta bien respecto a la volatilidad del producto y la volatilidad relativa de la inversión. Por otro lado, la incorporación de no convexidades y del sector público en el análisis contribuye en parte a la explicación del comportamiento de las variables del mercado de trabajo. Sin embargo, el modelo difícilmente reproduce la alta volatilidad del consumo privado. La conclusión es por tanto que el modelo de trabajo indivisible con sector público es el más fiable entre los considerados para contestar a preguntas sobre la economía española desde el enfoque de los ciclos reales.

El capítulo se organiza de la siguiente manera. En la sección 3.2 se describe en detalle la construcción de nuestro conjunto de datos de referencia. A continuación, en la sección 3.3 se discuten las implicaciones de nuestras medidas sobre los hechos estilizados de la economía española. En la sección 3.4 se presenta el modelo. La sección 3.5 contiene la calibración y la sección 3.6 los principales resultados. En la sección 3.7 presentamos las principales conclusiones y apuntamos algunas extensiones.

3.2 Fuentes de los datos

La teoría de los **CR** tiene por objeto mejorar nuestra comprensión sobre el comportamiento cíclico de las economías reales. La evaluación de la capacidad de los modelos para producir el tipo de fluctuaciones que asociamos al ciclo económico exige que las medidas que describen a la economía real sean consistentes con la economía teórica que se utiliza en el estudio. Encontramos que las medidas de producción, consumo, etc. que recoge la Contabilidad Nacional adolecen de ciertas inconsistencias, en particular en lo que respecta al tratamiento de los bienes de consumo duradero.³ Además, en este trabajo hemos restringido nuestro estudio a modelos de economía cerrada, por lo cual nos vemos obligados a construir medidas consistentes de la producción y sus usos.

A continuación, y siguiendo a Christiano (1987), discutimos el conjunto de datos que utilizamos en nuestro análisis. Vamos a definir, a partir de los datos disponibles y utilizando la teoría, un conjunto de medidas del stock de capital, el empleo, el producto y los componentes de la demanda, que nos permita establecer una correspondencia entre la abstracción del modelo y las observaciones. Todas las series son trimestrales para el

³Cooley y Prescott (1995) se refieren en detalle a las imperfecciones de las Cuentas Nacionales de la economía de los Estados Unidos. Estas imperfecciones también están presentes en la Contabilidad Nacional española.

periodo 1970:1-1994:4 y se transformaron a valores per capita utilizando la medida de población activa que se discute en detalle posteriormente.

3.2.1 Stock de capital

La serie de stock de capital trimestral, K_t^* es la serie actualizada, en pesetas del 86, correspondiente a la construida por Corrales y Taguas (1991). A partir del stock inicial de 1969 y utilizando la Formación Bruta de Capital Fijo de la Contabilidad Nacional trimestralizada, I_t^* , construimos una serie trimestral de stock de capital agregado (público, productivo privado y residencial) suponiendo una tasa de depreciación constante. Dicha tasa resulta de regresar sobre los datos anuales de Corrales y Taguas, que denotamos con un supraíndice ct ,

$$K_t^{ct} - I_t^{ct} = \beta K_{t-1}^{ct}$$

para el periodo 1954-1988. La estimación del parámetro $\beta = (1 - \delta^*) = 0.93684$. Encontramos que $K_t^{ct} - 0.93684 K_{t-1}^{ct}$ no difiere sustancialmente de I_t^{ct} . En media $100 \times |K_t^{ct} - 0.93684 K_{t-1}^{ct} - I_t^{ct}| / |I_t^{ct}|$ es 1.65 por ciento en el periodo 1954-88. Más aún, para el periodo 1970-88 obtenemos $\beta = 0.93687$ y la diferencia anterior es entonces 0.46 por ciento.

3.2.2 Stock de bienes duraderos

Una de las principales diferencias, respecto a los datos de cuentas nacionales, se debe al tratamiento que damos al consumo de bienes duraderos. Las series de consumo de bienes no duraderos y duraderos que utilizamos corresponden a la descomposición de la serie de consumo privado llevada a cabo por Estrada y Sebastián (1993). Para construir la serie de stock de bienes duraderos suponemos una tasa de depreciación constante e

igual al 21 por ciento anual. Este valor lo hemos tomado de Cooley y Prescott (1995), el cual es consistente con los resultados no publicados de Estrada para el mercado de automóviles de segunda mano en España. El valor inicial del stock de bienes duraderos S_0^d , lo hemos elegido de forma tal que la serie de stock resultante sea consistente con el supuesto de crecimiento equilibrado del modelo. Así, la condición que se debe verificar en promedio es:

$$\frac{S^d}{K^*} = \frac{C^d}{I^*} \times \frac{g + \delta^*}{g + \delta_d}$$

donde S^d y K^* son los valores medios de las series de stock de duraderos y capital, respectivamente; C^d e I^* son los valores medios de las series de consumo de duraderos y formación bruta de capital fijo de cuentas nacionales; g es la tasa de crecimiento trimestral promedio del PIB real, y δ^* y δ_d son las tasas de depreciación correspondientes. Los promedios han sido calculados sobre el periodo 1970:1-1994:4.

3.2.3 Flujo de servicios del stock de bienes duraderos

La Contabilidad Nacional recoge la remuneración de asalariados. Este dato ha de ser corregido para tener una aproximación correcta de la participación de los beneficios. En una primera etapa, y siguiendo a Bentolila y Blanchard (1991), aceptamos la corrección que a este respecto realiza *European Economy* (1994) ajustando la participación de los salarios (α_p) mediante la proporción de trabajadores por cuenta propia con respecto al empleo total de la economía española. Con este dato, y siguiendo a Cooley y Prescott (1995), evaluamos la renta del capital privado como $Y_{kp} = (1 - \alpha_p) \times PIB$. A partir de esta medida de la renta del capital, el consumo de capital fijo (CCF), y el stock de capital privado, K_p (que resulta de descontar del stock agregado el capital público) estimamos el rendimiento del capital privado como $i = (Y_{kp} - CCF)/K_p$, donde CCF

es la medida según las Cuentas Nacionales de la depreciación, $\delta_{kp}K_p$. Dado que el dato que proporciona European Economy (1994) es anual, hemos calculado la renta del capital y el tipo de interés medio en términos anuales.

En una segunda etapa imputamos el flujo de servicios trimestral del stock de bienes duraderos, $Y_t^d = (i + \delta_d)S_t^d$. Para ello, suponemos para el stock de duraderos el mismo rendimiento real medio (trimestral) que hemos calculado para el resto del capital privado y utilizamos nuestra medida de la depreciación de este stock.

3.2.4 Empleo y población

Las series homogeneizadas trimestrales de activos, ocupados y asalariados son las de García-Perea (1991) actualizadas. Para transformar las diferentes variables en valores per capita, hemos utilizado como medida de población, P_t , a la serie de población activa. La principal razón es práctica, puesto que no disponemos de una serie homogénea de población en edad activa para el periodo 1970:1-1994:4.

En la línea de Christiano (1987), hemos realizado un ajuste por grupos de edad y sexo, para tener en cuenta los posibles efectos que cambios en la estructura del capital humano tienen sobre la productividad de los trabajadores. Para ello hemos ponderado a los miembros de cada grupo de edad y sexo mediante un conjunto de pesos, los mismos para cada periodo t , obtenidos a partir de la Encuesta Piloto sobre Ganancias y Subempleo (EPGS, 1991) elaborada por el INE como parte de la Encuesta de Población Activa. Las ponderaciones que se obtienen se recogen en la Tabla 3.1. El peso de los varones entre 35 y 44 años, de nuestra medida de capital humano, lo hemos normalizado a uno. La citada encuesta recoge una medida de las ganancias medias anuales brutas de los ocupados por sexo y edad en el año 1991. A pesar de que la medida es cuestionable, Jimeno y Toharia (1993) ofrecen evidencia respecto a que

| Grupos de edad | Varones | Mujeres |
|----------------|---------|---------|
| 16-24 | 0.54 | 0.53 |
| 25-34 | 0.78 | 0.76 |
| 35-44 | 1.00 | 0.74 |
| 45-54 | 0.86 | 0.57 |
| 55-64 | 0.84 | 0.63 |

Tabla 3.1: Ponderaciones para el ajuste de los datos de empleo y población.

los resultados de la EPGS son similares a los que ofrece la Encuesta sobre Conciencia y Biografía de Clase, y a que la relación entre las ganancias de los distintos grupos considerados ha permanecido relativamente estable en los últimos años.

Los porcentajes de activos en cada grupo de edad y sexo se calculan a partir de las series no homogéneas por grupos de edad y sexo, y se aplican a nuestra serie homogeneizada de activos. Los correspondientes porcentajes se aplican a las series de ocupados y de asalariados. Las series definitivas de activos, ocupados y asalariados fueron ajustadas de estacionalidad con X-11 ARIMA.

3.2.5 Horas trabajadas

La serie de horas trabajadas por ocupado, resulta de la homogeneización de las series mensuales por trabajador de la Encuesta de Salarios para el periodo 1963:1-1987:4

llevada a cabo por Carbajo y García-Perea (1987). Para el periodo más reciente, utilizamos la serie correspondiente que ofrece la Dirección General de Previsión y Coyuntura (DGPC) del Ministerio de Economía y Hacienda, la cual ha sido ajustada para suavizar el impacto del cambio de metodología que incorpora la encuesta de salarios desde el primer trimestre de 1989. El ajuste afecta al dato de los terceros trimestres del periodo 1981-1988.⁴

Finalmente, hay que hacer notar que el dato original de horas trabajadas de la Encuesta de Salarios se refiere exclusivamente a trabajadores, es decir, obreros y empleados. Para tener una medida de horas totales en términos del número de ocupados, aproximamos las horas trabajadas por los no asalariados (na) a partir de la información que proporciona la EPA sobre las horas trabajadas por los ocupados (oc) y por los asalariados (as) de acuerdo con

$$h_{oc}^{EPA} = t_a h_{as}^{EPA} + (1 - t_a) h_{na}$$

siendo t_a la tasa de asalarización. De manera que las horas medias por ocupado son:

$$h_{oc} = t_a h_{as}^{ES} + (1 - t_a) h_{as}^{ES} \frac{h_{na}}{h_{as}^{EPA}}$$

⁴Para más detalles puede consultarse la base de datos de la DGPC. En particular, la caída en las horas trabajadas que se observa en los terceros trimestres se explica porque los trabajadores que disfrutaban de sus vacaciones no se consideraban adecuadamente en la encuesta antes de 1988. El cuestionario anterior a esta fecha preguntaba por trabajadores fijos que no hubieran faltado más de 3 días. En la nueva encuesta de salarios las horas efectivas se calculan a partir de la media mensual de las horas pactadas al año deduciendo las horas perdidas por Incapacidad Laboral Transitoria, Expediente de Regulación de Empleo y conflictividad laboral y añadiendo las horas extraordinarias.

Por tanto, la serie de horas trabajadas que consideramos⁵ es h_{oc} en términos trimestrales, por el número de ocupados y per capita.

3.2.6 Producción y sus destinos

Nuestras medidas de la producción y sus destinos resultan de:

- El consumo privado fué medido como gasto real trimestral en bienes de consumo no duradero más servicios, más el flujo de servicios imputado al stock de bienes duraderos. La medida de consumo privado per capita, que denotamos C_t , resulta de dividir el consumo privado por nuestra medida de población.
- La inversión bruta resulta de sumar la serie de formación bruta de capital fijo y la serie de gasto en bienes de consumo duradero. La medida de inversión bruta per capita que retenemos, y que denotamos I_t , es por tanto $I_t = (I_t^* + C_t^d)/P_t$, donde P_t representa nuestra medida de población. No hemos incluido la variación de existencias VE_t en la inversión, pues esperamos, en una etapa posterior, incluirla explícitamente en el análisis.
- El consumo del sector público per capita, que denotamos G_t es el consumo público de la Contabilidad Nacional trimestralizada dividido por nuestra medida de población.
- Nuestra serie de producción per capita, resulta de sumar sus diferentes destinos: $Y_t = C_t + I_t + G_t + VE_t$. La diferencia entre nuestra medida del producto y el PIB de la Contabilidad Nacional, es que la nuestra incluye el flujo de servicios

⁵Los datos trimestrales de horas trabajadas que proporciona la EPA se refieren a horas semanales (por ocupado y por asalariado) y comienzan en 1976:3. Así, las ponderaciones que utilizamos para aproximar las horas medias por ocupado y mes (h_{oc}) son: i) para el periodo 1970:1 1976:2, la media de h_{na}/h_{as}^{EPA} en el periodo 1976:3 1994:4, y ii) para el periodo 1976:3 1994:4 el ratio h_{na}/h_{as}^{EPA} trimestre a trimestre.

imputado del stock de bienes de consumo duradero y excluye las exportaciones netas. Hubiera sido deseable incluir una medida del flujo de servicios generado por el capital público, pero desafortunadamente no disponemos de una serie trimestral de inversión pública.

- La serie de capital per capita, que denotamos K_t , resulta de $K_t = (K_t^* + S_t^d)/P_t$, dados los valores iniciales de ambos stocks K_0^* y S_0^d , las tasas de depreciación constantes δ^* y δ^d y las respectivas series de flujos I_t^* y C_t^d .

3.3 Hechos estilizados

Una primera descripción de las regularidades cíclicas de la economía española fué realizada por Dolado et al., (1993), a partir de los datos trimestrales de la Contabilidad Nacional. De las conclusiones extraídas por dichos autores nos interesa destacar las siguientes: (a) la producción española es poco volátil, cuando se la compara con otras economías desarrolladas, (b) en contradicción con la teoría del ciclo de vida, el consumo es más volátil que la producción y (c) las exportaciones netas son contracíclicas. A continuación discutimos las implicaciones de nuestro conjunto de medidas sobre estos resultados.

Las Tablas 3.2 y 3.3 sintetizan, para el periodo muestral 1970:1-1994:4 algunos de los momentos de interés.⁶ La utilización de un conjunto u otro de medidas no es inocuo y tiene efectos importantes sobre los momentos de interés del componente cíclico de las principales variables de la economía española:

⁶El componente tendencial de las series ha sido eliminado mediante el uso del filtro de Hodrick-Prescott (HP), con un factor de penalización igual a 1600. Para una comparación nótese que el periodo muestral utilizado en Dolado et al., es 1970:1-1991:4. Nuestra muestra incluye la última recesión, provocando un leve aumento de la volatilidad de las series, en particular del PIB.

| Datos de Contabilidad Nacional | | | | | | | | |
|--------------------------------|--|---------------------------|--------|--------|------|--------|--------|--------|
| Periodo 1970:1 1994:4 | | | | | | | | |
| Variable x | Volatilidad Relativa (Des. Est. %) | Correlaciones del PIB con | | | | | | |
| | | x(t-3) | x(t-2) | x(t-1) | x(t) | x(t+1) | x(t+2) | x(t+3) |
| PIB | 1.00 | .60 | .80 | .94 | 1.00 | .94 | .80 | .60 |
| C. privado | 1.07 | .53 | .69 | .78 | .79 | .70 | .57 | .42 |
| C. público | 0.94 | .06 | .21 | .34 | .41 | .45 | .45 | .44 |
| FBCF | 3.85 | .58 | .74 | .84 | .87 | .80 | .68 | .52 |
| XN/PIB | 1.03 | -.27 | -.39 | -.46 | -.47 | -.44 | -.39 | -.35 |

Tabla 3.2: Propiedades de los segundos momentos de los datos filtrados por HP. Datos trimestrales de Contabilidad Nacional. Todas las variables son reales. Para el ratio de exportaciones netas, XN/PIB, la tabla recoge la volatilidad absoluta. Todas las variables están en logaritmos excepto XN/PIB. La volatilidad del PIB es 1.16%.

- hay un importante aumento de la volatilidad de la producción (de 1.16% a 1.56%), debido fundamentalmente a la exclusión de las exportaciones netas, cuya correlación con el PIB es negativa. Es de hacer notar que la desviación estándar del PNB americano que reportan Cooley y Prescott (1995) es de 1.7%, en tanto que la desviación estándar de la medida de Christiano y Eichenbaum (1992) es de 1.9%. Los periodos muestrales son 54:1-91:2 y 55:3-84:1 respectivamente.
- Como consecuencia del punto anterior, la volatilidad relativa de los componentes de la demanda disminuye significativamente.
- Además, la substitución del consumo de bienes duraderos por una estimación del servicio del stock de duraderos, alisa la serie de consumo y reduce su volatilidad, contribuyendo a la disminución de la volatilidad relativa del consumo respecto a la producción. Se puede observar que, según los datos de Cuentas Nacionales el consumo es más volátil que la producción (la volatilidad relativa es 1.07%), en tanto que según nuestras medidas la volatilidad relativa del consumo es .64%.⁷
- Sin embargo, las correlaciones de los componentes de la demanda con el PIB no se ven alteradas sustancialmente.

Finalmente, es importante saber si los datos agregados de la economía española presentan crecimiento equilibrado en el periodo 1970:1-1994:4. A este respecto cabe destacar:

- Como puede observarse en el gráfico 3.1, nuestros datos de horas trabajadas per capita presentan hasta mediados de los ochenta una marcada tendencia decreciente. Esto se explica fundamentalmente por una importante caída en el número

⁷La desviación estándar del consumo respecto a la desviación estándar del GNP americano que reportan Cooley y Prescott (1995) es de .74%, en tanto que utilizando las medidas de Christiano y Eichenbaum (1992) su valor es de .44%.

| | | | | | | | | |
|---------------------------------|--|---------------------------|--------|--------|------|--------|--------|--------|
| Conjunto de datos de referencia | | | | | | | | |
| Periodo 1970:1 1994:4 | | | | | | | | |
| Variable x | Volatilidad Relativa (Des. Est. %) | Correlaciones del PIB con | | | | | | |
| | | x(t-3) | x(t-2) | x(t-1) | x(t) | x(t+1) | x(t+2) | x(t+3) |
| PIB | 1.00 | .56 | .76 | .93 | 1.00 | .93 | .76 | .57 |
| C. privado | 0.64 | .33 | .51 | .69 | .78 | .72 | .60 | .50 |
| C. público | 0.73 | .08 | .23 | .37 | .47 | .51 | .49 | .46 |
| FBCF | 2.42 | .63 | .76 | .85 | .88 | .80 | .65 | .45 |

Tabla 3.3: Propiedades de los segundos momentos de los datos filtrados por HP. Datos trimestrales de referencia. Todas las variables son reales y están en logaritmos. Todas las variables son per capita. La volatilidad del PIB es 1.56%.

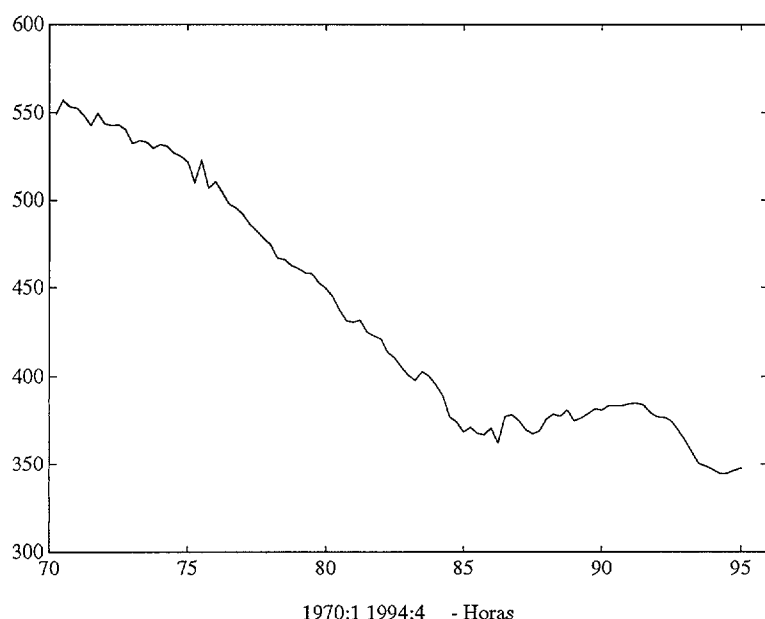


Figura 3.1: Serie de horas trabajadas per capita.

de horas por trabajador a partir de los setenta, y en menor medida, por una caída de la tasa de empleo en los ochenta.

- Como puede observarse en el gráfico 3.2, el ratio capital producto presenta cierta tendencia. Sin embargo, cabe esperar que la raíz unitaria que resulta al contrastar la estacionariedad de la serie sea espurea. Más concretamente, encontramos que el ratio capital producto admite un cambio de media que situamos en el segundo trimestre de 1975. Sin embargo, utilizando los contrastes habituales sólo se acepta la hipótesis de que el ratio capital producto es estacionario con un cambio de media a un 10% de significación.
- Al contrastar esta hipótesis sobre las series de producción (tanto en el PIB como en nuestra medida del producto) y capital encontramos evidencia clara en favor de una media segmentada en 1975:2.⁸

⁸Este resultado es consistente con lo que discuten Andrés et al., (1990 p.103) y Bajo-Rubio y Sosvilla (1994 p.114) a partir de datos anuales.

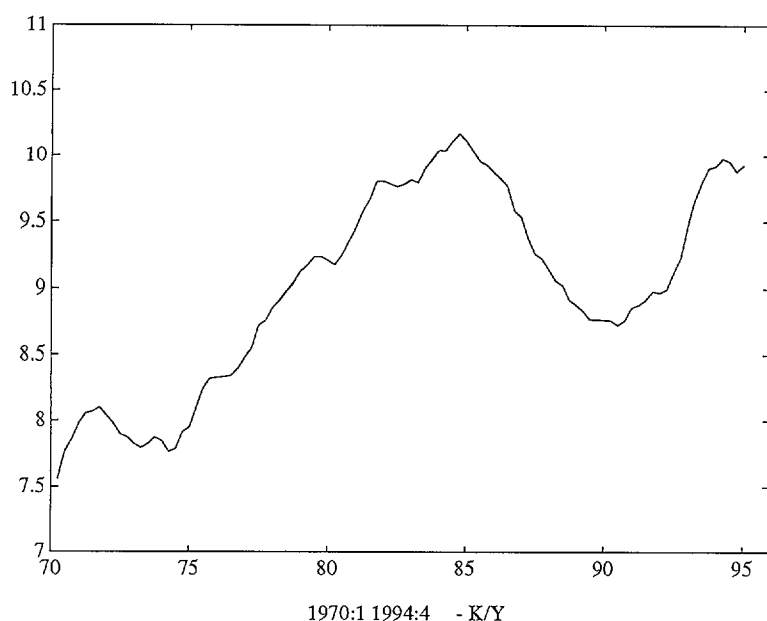


Figura 3.2: Ratio Capital-Producto. La serie de capital es la serie oficial y la serie de producto es nuestra medida.

En la medida en que vamos a seguir la estrategia propuesta por Prescott (1986), consistente en calcular el residuo de Solow para obtener una medida de la volatilidad de los shocks a la tecnología, las dos circunstancias anteriores tienen importantes implicaciones.⁹ En particular, encontramos que el residuo de Solow también presenta un cambio de media en el periodo 75:2. Es por ésto que conjeturamos que los datos de 1976 en adelante van a ser capaces de recoger mejor que el conjunto de la muestra las propiedades de largo plazo de la economía española, en particular en lo que respecta al ratio capital producto, la tasa de crecimiento y la participación de los salarios. Además,

⁹Alternativamente, Correia et al., siguiendo a Kydland y Prescott (1982), optan por escoger la correlación serial y la volatilidad del shock a la tecnología de manera que el modelo reproduzca exactamente la correlación y la volatilidad de la producción en Portugal. Esto lo hacen porque no disponen de una serie de horas trabajadas para Portugal. Nosotros preferimos confiar en la serie de horas disponible puesto que nuestro interés es estudiar la capacidad del modelo para recoger la volatilidad del producto, dada una medida razonable de los shocks a la tecnología.

como se puede comprobar en las tablas 3.3 y 3.5 las propiedades de los segundos momentos de los datos no cambian sustancialmente al restringir la muestra.

3.4 La economía

La especificación del modelo básico de **CR** que adoptamos en este estudio sigue muy de cerca la formulación de Christiano y Eichenbaum (1992). Esto incluye una versión del modelo estocástico de crecimiento con *trabajo divisible* y una versión del modelo con *trabajo indivisible* propuesto por Hansen (1985). En ambos casos se incorpora el consumo del sector público en el análisis en la forma que se detalla a continuación.

La economía está poblada por un gran número de individuos, que normalizamos a uno por simplicidad, los cuáles viven infinitos períodos. Siguiendo la tradición de los modelos de **CR** suponemos que las variables agregadas al principio de cada periodo t corresponden a la solución de un problema de planificación social cuya solución puede ser descentralizada como un equilibrio competitivo Pareto óptimo.

El planificador ordena las secuencias estocásticas de consumo y ocio de los hogares de acuerdo con

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(C_t) + \theta V(T - n_t)] \quad (3.1)$$

donde β representa el factor de descuento, C_t los servicios de consumo, n_t las horas trabajadas, T la dotación individual de tiempo productivo, y θ es un parámetro positivo. En el caso de referencia la función $V(T - n_t) = \ln(T - n_t)$. Por el contrario, si suponemos que las funciones de utilidad individuales son lineales en el ocio, $V(T - n_t) = (T - n_t)$ como en Hansen (1985). Esta representación es consistente con

el supuesto de que existen indivisibilidades en la oferta de trabajo.¹⁰ Los servicios de consumo que valoran los hogares incorporan consumo privado y público de acuerdo con $C_t = C_t^p + \eta G_t$, donde η determina el efecto de G_t sobre C_t . Vamos a suponer que G_t es un proceso estocástico fuera del control del planificador. El sector público se incorpora en el análisis cuando $\eta = 0$, y por tanto el gasto privado y el gasto del sector público dejan de afectar de la misma forma la utilidad marginal del consumo privado.

Por otra parte, supondremos que la producción en t , que denotamos Y_t , resulta de combinar capital, K_t , y horas trabajadas, n_t , mediante una tecnología Cobb-Douglas de la forma

$$Y_t = K_t^{(1-\alpha)} (n_t X_t)^\alpha \quad (3.2)$$

donde $0 < \alpha < 1$ y la variable X_t representa un progreso técnico que aumenta la eficiencia del factor trabajo y que sigue el proceso estocástico

$$X_t = X_{t-1} \exp\{\gamma + v_t\}, \quad (3.3)$$

donde v_t es un proceso *i.i.d.* con media cero y desviación estándar σ_v , y γ es una constante positiva.

La restricción agregada de recursos viene dada por:

$$C_t^p + G_t + K_{t+1} - (1 - \delta) K_t \leq Y_t \quad (3.4)$$

Vamos a suponer que G_t varía de acuerdo con un proceso estocástico exógeno de la forma

¹⁰Si las funciones de utilidad de los agentes son separables entre consumo y ocio, Rogerson (1988) demuestra que una estructura de mercado en la que los agentes escogen la probabilidad de tener trabajo un número fijo de horas en vez de las horas trabajadas garantiza una asignación Pareto óptima de consumo y ocio.

$$G_t = X_t g_t \quad (3.5)$$

donde g_t sigue la ley de movimiento

$$\ln(g_t) = (1 - \rho) \ln(\bar{g}) + \rho \ln(g_{t-1}) + \epsilon_t; \quad (3.6)$$

$\ln(\bar{g})$ es la media del componente estacionario del gasto público, $\ln(g_t)$, el parámetro $0 < \rho < 1$ y ϵ_t es un proceso estocástico *i.i.d.* con media cero y desviación estándar σ_g .

Mediante la elección de planes contingentes para $\{Y_t, C_t^p, K_{t+1}, n_t : t \geq 0\}$, el planificador maximiza (3.1) sujeto a (3.2) - (3.6) y dados K_0, X_{-1} y g_{-1} .

Finalmente, es conveniente escribir el problema del planificador en función de variables estacionarias, en el sentido de convergencia en un entorno no estocástico. Para lo cual definimos el siguiente conjunto de variables sin tendencia

$$c_t^p = \ln(C_t^p/X_t), k_{t+1} = \ln(K_{t+1}/X_t), \text{ e } y_t = \ln(Y_t/X_t)$$

Nótese que g_t , y n_t son estacionarias en un mundo no estocástico.¹¹

3.5 Calibración

Para calibrar el modelo seguimos la metodología descrita por Cooley y Prescott (1995). Elegimos los valores de los parámetros del modelo de manera que las propiedades de largo plazo de nuestra economía artificial se correspondan con las observaciones para la economía española. Para ello, utilizamos el conjunto de medidas para las variables de la economía española discutido en la sección 3.2 sobre el periodo 1976:1-1994:4.

¹¹Las letras minúsculas denotan variables estacionarias, en tanto que las letras mayúsculas denotan variables no estacionarias medidas en términos per capita.

La Tabla 3.4 recoge los valores seleccionados de los parámetros del modelo. Como en Christiano y Eichenbaum (1992) hemos fijado la dotación individual de tiempo productivo, T , en 1369 horas por trimestre.

Para calibrar la participación de los salarios en la renta, α , hemos corregido los datos de Cuentas Nacionales por los siguientes motivos: (a) para tener en cuenta que parte de la renta correspondiente a trabajadores por cuenta propia, imputada como renta del capital, debe imputarse como renta del trabajo;¹² y (b) hemos incluido como renta del capital, el flujo de servicios anual imputado al fondo de bienes de consumo duradero. Con este procedimiento obtenemos que la participación media de los salarios α es 0.6529 en el periodo 1976-1994.

El resto de los parámetros se escogen de manera que la senda de crecimiento equilibrado del modelo se corresponda con las propiedades de largo plazo de los datos. Para ello, calibramos las participaciones de los componentes de la demanda (consumo, inversión y gasto público), el ratio capital producto k/y , la tasa media de crecimiento trimestral γ , la tasa de depreciación δ , a los valores promedio de los datos. Del mismo modo hemos calibrado el promedio de horas dedicadas a actividades productivas n . Con esta selección de valores estacionarios es posible resolver el estado estacionario no estocástico del modelo en: la tasa subjetiva de descuento β y el parámetro de preferencia por el ocio θ .

Para completar la calibración es necesario elegir valores para los parámetros de los procesos estocásticos que representan el estado de la tecnología y el gasto público. Dado nuestro supuesto sobre que el cambio tecnológico aumenta la eficiencia del factor trabajo, a partir de la ecuación (3.2) obtenemos nuestra medida del residuo de Solow

¹²Como se apuntó en la sección 3.2.3, al igual que Bentolila y Blanchard (1991), utilizamos el ajuste que a este respecto realiza European Economy (1994). El cálculo de α se ha realizado a partir de datos anuales.

| | | |
|---|------------|--------|
| Preferencias | | |
| Tasa subjetiva de descuento (3) | β | 0.9895 |
| Dotación individual de tiempo (1) | T | 1369 |
| Preferencia por el ocio (3) | | |
| Trabajo Indivisible | θ | 0.0026 |
| Trabajo Divisible | θ | 2.5155 |
| Jornada laboral media (2) | n | 402.25 |
| Tecnología | | |
| Participación de los salarios (1) | α | 0.6529 |
| Ratio capital producto (2) | k/y | 9.3816 |
| Tasa de depreciación media (2) | δ | 0.0223 |
| Participaciones en el producto (2) | | |
| Consumo privado | c/y | 0.6238 |
| Inversión | i/y | 0.2479 |
| Consumo público | g/y | 0.1283 |
| Procesos estocásticos | | |
| Tasa de crecimiento (2) | γ | 0.0042 |
| Desviación estándar del shock tecnológico (4) | σ_v | 0.0128 |
| Coefficiente de correlación del gasto público (4) | ρ | 0.9429 |
| Desviación estándar del gasto público (4) | σ_g | 0.0115 |

Tabla 3.4: Parámetros de la economía. Criterios de calibración: (1) información externa, (2) media muestral, (3) resolución del modelo en estado estacionario y (4) propiedades del proceso estocástico.

para la economía española

$$\ln(X_t) = [\ln(Y_t) - (1 - \alpha) \ln(K_t) - \alpha \ln(n_t)] / \alpha \quad (3.7)$$

Encontramos que el proceso $\ln(X_t)$ es estacionario en diferencias y de acuerdo con la ecuación (3.3) interpretamos las innovaciones de este proceso como el verdadero shock a la tecnología.

Dado X_t , calculamos el componente estacionario del gasto del sector público y estimamos los parámetros del proceso descrito por la ecuación (3.6).

3.6 Principales resultados

A continuación se discuten los resultados de los cuatro modelos en consideración. En todos los casos los valores de los parámetros se han escogido a partir de nuestro conjunto de datos de referencia.

La tabla 3.5 contiene las propiedades seleccionadas de los segundos momentos de las variables filtradas por HP.

Un primer resultado es que los modelos difícilmente reproducen el comportamiento del consumo, el cuál es altamente volátil en la economía española. Posiblemente, una mejora en esta dimensión exigiría una especificación alternativa de las preferencias.

Todos los modelos se comportan razonablemente bien respecto a la volatilidad relativa de la inversión, σ_i/σ_y , y a la volatilidad del producto, σ_y . Por el contrario, los modelos se comportan peor respecto a la volatilidad de las horas trabajadas, σ_n/σ_y . En todo caso, la inclusión de indivisibilidades en la oferta de trabajo y del consumo del sector público mejoran sustancialmente el comportamiento del modelo en esta dimensión. Esto se explica porque cuando el trabajo es indivisible la desutilidad marginal de una

| Periodo 76:1 94:4 | | | | | |
|-------------------------|--------|----------------|----------------|----------------|----------------|
| Momentos | datos | Trabajo | Trabajo | Trabajo | Trabajo |
| | | divisible | indivisible | divisible | indivisible |
| | | con S. P. | con S. P. | con S. P. | con S. P. |
| | | ($\eta = 1$) | ($\eta = 1$) | ($\eta = 0$) | ($\eta = 0$) |
| σ_c/σ_y | 0.664 | 0.494 | 0.469 | 0.502 | 0.476 |
| | | (.052) | (.046) | (.027) | (.025) |
| σ_i/σ_y | 2.333 | 2.378 | 2.508 | 2.228 | 2.380 |
| | | (.029) | (.032) | (.060) | (.049) |
| σ_n/σ_y | 0.869 | 0.324 | 0.502 | 0.382 | 0.568 |
| | | (.006) | (.010) | (.018) | (.023) |
| $\sigma_n/\sigma_{y/n}$ | 1.262 | 0.472 | 0.961 | 0.596 | 1.193 |
| | | (0.02) | (0.04) | (0.09) | (0.15) |
| σ_g/σ_y | 0.670 | 1.637 | 1.400 | 1.570 | 1.325 |
| | | (.242) | (.210) | (.216) | (.175) |
| σ_y | 0.0165 | 0.0131 | 0.0154 | 0.0137 | 0.0162 |
| | | (.002) | (.002) | (.002) | (.003) |
| $corr(y/n, n)$ | -0.192 | 0.948 | 0.903 | 0.905 | 0.837 |
| | | (.018) | (.031) | (.039) | (.052) |

Tabla 3.5: Propiedades de los segundos momentos de los datos filtrados por HP. Los estadísticos para los modelos son medias sobre 1000 simulaciones, cada una de 76 observaciones. Los numeros entre paréntesis son desviaciones típicas muestrales.

unidad adicional de individuos trabajando es constante e independiente del número de individuos que trabajan, por lo que el ajuste del empleo ante shocks agregados es mayor.

Como esperábamos todos los modelos fracasan dramáticamente respecto a la correlación observada entre empleo y salarios. Incorporar el sector público en el análisis parece ofrecer una mejor explicación de esta observación pero no sustancialmente mayor a lo que resulta de la introducción de no-convexidades en la oferta de trabajo. En todo caso, la combinación de ambos efectos queda muy lejos de explicar el comportamiento observado de empleo y productividad.

Christiano y Eichenbaum (1992) evalúan el impacto del error de medida en las horas trabajadas sobre sus resultados para la economía de los EE.UU., y encuentran que el error de medida es capaz de explicar por sí sólo buena parte del comportamiento observado de las variables del mercado de trabajo. Si bien nuestra medida de horas trabajadas en la economía española adolece de los mismos defectos que la medida de referencia utilizada para la economía de los EE.UU.¹³, no hemos encontrado una medida alternativa de horas que nos permita afrontar con garantías un análisis equivalente al de Christiano y Eichenbaum (1992). Por el momento, hemos optado por dejar abierta esta cuestión. Así, nos limitamos a la evaluación del comportamiento empírico de los modelos dejando para una futura investigación un análisis detallado de los inconvenientes que puede presentar nuestro conjunto de medidas para la economía española.

Una crítica habitual a los modelos de **CR** es que no incorporan mecanismos internos de propagación de las fluctuaciones agregadas. En este sentido, la explicación de las fluctuaciones que proporcionan estos modelos depende de forma importante de los

¹³Esto se debe a que además del error estrictamente de medición, la medida de horas trabajadas utilizada sólo comprende al sector industrial.

| Momentos | Trabajo divisible ($\eta = 1$) | Trabajo indivisible ($\eta = 1$) | Trabajo divisible con S. P. ($\eta = 0$) | Trabajo indivisible con S. P. ($\eta = 0$) |
|----------------------------|--|--|---|---|
| | | | | |
| σ_y^2/σ_{yo}^2 | 0.63 | 0.87 | 0.69 | 0.96 |
| σ_z | 0.0159 | 0.0159 | 0.0159 | 0.0159 |
| σ_y/σ_z | 0.8291 | 0.9630 | 0.8630 | 1.0219 |

Tabla 3.6: Medida de la amplificación de los shocks para datos filtrados por HP.

supuestos sobre los procesos estocásticos que generan los shocks agregados.

La tabla 3.6 recoge la capacidad de los distintos modelos para explicar la volatilidad del producto y una medida de la amplificación de los shocks asociada a cada modelo. Respecto a la primera cuestión, evaluamos el ratio de las varianzas del producto del modelo y de los datos, σ_y^2/σ_{yo}^2 . Encontramos que la incorporación de indivisibilidades en la oferta de trabajo afecta a la capacidad del modelo para explicar la volatilidad observada en el producto más que la incorporación del sector público en el análisis. Respecto a la segunda cuestión, evaluamos el ratio entre la desviación estándar de los datos y la desviación estándar de los shocks a la tecnología como una medida de la amplificación de los shocks. En todos los casos se pone de manifiesto que el modelo carece de mecanismos internos de propagación importantes, si bien las indivisibilidades contribuyen muy levemente a la amplificación de los shocks.

3.7 Conclusiones y extensiones

En este capítulo analizamos las fluctuaciones de la economía española desde el enfoque de los ciclos reales. La especificación del modelo que adoptamos es la de Christiano y Eichenbaum (1992) e incorpora a través de ligeras modificaciones: *i*) las hipótesis de trabajo *divisible* e *indivisible* y *ii*) la presencia o no del sector público. Para evaluar el comportamiento empírico del modelo definimos un conjunto de medidas de las variables agregadas de la economía española y analizamos sus propiedades cíclicas y de largo plazo. Los resultados sugieren que la incorporación en el análisis de indivisibilidades en la oferta de trabajo y de shocks en el gasto del sector público contribuyen a explicar los hechos estilizados de la economía española. Sin embargo, el modelo difícilmente reproduce la volatilidad del consumo. Además, queda por evaluar el impacto sobre los resultados del modelo, fundamentalmente respecto a las variables del mercado de trabajo, del error de medida en las horas trabajadas, para lo que sería necesario disponer de alternativas a nuestra serie de horas.

Una limitación de nuestro análisis es que no incorpora el sector exterior. Cabe pensar que modelizar la economía española como una economía abierta es más importante que en el caso de los EE.UU. A este respecto, Correia et al., (1995) al investigar las fluctuaciones de la economía portuguesa utilizan una extensión a una economía abierta de los modelos de **CR**. Sus resultados son consistentes con las volatilidades observadas no sólo de los componentes de la identidad de contabilidad nacional, sino también con el carácter contracíclico de la balanza comercial. Consideramos que nuestros resultados son un primer paso imprescindible para avanzar en esta dirección.

Dolado et al., (1993) han sugerido que los frecuentes cambios en los esquemas de imposición y transferencias pueden contribuir a explicar la alta volatilidad del consumo privado en la economía española. Por tanto, una extensión relevante es la

incorporación en el modelo de impuestos distorsionadores que se correspondan con la evidencia disponible sobre los cambios recientes en política fiscal.

Una cuestión adicional es el papel que puede haber jugado la subutilización de los factores productivos en la propagación de las fluctuaciones de la economía española. Si bien la subutilización de los factores parece ser una característica habitual de buena parte de las economías desarrolladas, es posible que en la economía española este hecho tenga especial relevancia. Licandro et al., (1995) investigan un modelo de **CR** que incorpora una subutilización óptima de los factores productivos. Por un lado, sus resultados sugieren que la retención de empleo puede explicar en parte la fuerte caída de las horas trabajadas hasta mediados de los ochenta. Por otro lado, que el mecanismo de propagación asociado a la subutilización del capital contribuye a la explicación de las fluctuaciones sin requerir que la volatilidad de los shocks tecnológicos sea similar a la volatilidad de la producción.

Anexo

La tabla 3.7 contiene los parámetros de las reglas de decisión

$$K_{t+1} = X_t \bar{k} \left[(K_t/X_{t-1})/\bar{k} \right]^{r_k} [(G_t/X_t)/\bar{g}]^{d_k} \exp [e_k(v_t - v)]$$

$$n_t = \bar{n} \left[(K_t/X_{t-1})/\bar{k} \right]^{r_n} [(G_t/X_t)/\bar{g}]^{d_n} \exp [e_n(v_t - v)]$$

$$X_t = X_{t-1} \exp\{\gamma + v_t\}$$

$$\ln G_t = \ln X_t + (1 - \rho) \ln(\bar{g}) + \rho \ln(G_{t-1} - \ln X_{t-1}) + \epsilon_t$$

| Parámetros | Trabajo | | Trabajo | |
|------------|-----------------------------|-------------------------------|--|--|
| | divisible ($\eta = 1$) | indivisible ($\eta = 1$) | divisible con S. P. ($\eta = 0$) | indivisible con S. P. ($\eta = 0$) |
| \bar{k} | 12378.8 | 12378.8 | 12378.8 | 12378.8 |
| r_k | 0.948 | 0.936 | 0.949 | 0.936 |
| d_k | 0.0 | 0.0 | -0.003 | 0.001 |
| e_k | -0.948 | -0.936 | -0.949 | -0.936 |
| \bar{n} | 402.25 | 402.25 | 402.25 | 402.25 |
| r_n | -0.267 | -0.484 | -0.318 | -0.560 |
| d_n | 0.0 | 0.0 | 0.089 | 0.156 |
| e_n | 0.267 | 0.484 | 0.318 | 0.560 |
| \bar{g} | 169.26 | 169.26 | 169.26 | 169.26 |
| γ | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 | 0.0042 |

Tabla 3.7: Parámetros de las reglas de decisión.

Capítulo 4

Capital utilization, maintenance costs and the business cycle

4.1 Introduction

One of the main contributions of Kydland and Prescott (1982) is that productivity shocks can account for a great part of the variability of output, where the Solow residual is normally used as a measure of the shocks to technology. Since then, the scope of this claim and the related measure of productivity shocks have been extensively discussed. In a recent paper investigating the sensitivity of the Solow residual to labor hoarding behavior, Burnside et al., (1993) argue that "...the variance of innovations to technology is roughly 50 percent less than the one implied by standard real business cycle models". If we accept that technology shocks are one of the main sources of fluctuations, it is important to investigate the economic mechanisms through which technology shocks propagate and magnify aggregate fluctuations, and to quantify the extent to which these propagation mechanisms explain certain features of the data.¹

¹See Cochrane (1994) for a more general discussion of the evidence for various shocks.

Specifically, in this chapter we analyze the role played by capacity utilization and maintenance costs in propagating technology shocks over the business cycle. In addition, if it turns out that the strength of the propagation mechanisms investigated is quantitatively important, this will provide support for the traditional view that fluctuations in technical progress can account for a large fraction of observed volatility in aggregate output.

The main economic mechanism implicit in the labor hoarding assumption proposed by Burnside et al., (1993) is based upon the idea that technology shocks propagate because “effort” (a measure of labor intensity) is procyclical. Nevertheless, labor hoarding is not the only way to model underemployment of productive factors. As Greenwood et al., (1988) pointed out, capacities could also be underutilized over the business cycle. A first step in this direction is in Bils and Cho (1994), where the capital utilization rate is assumed to depend on effective hours per worker. A more convincing argument is the one in Burnside and Eichenbaum (1994): In an economy where production depends on the effectively utilized capital, they impose the *depreciation-in-use* assumption (the depreciation rate is an increasing function of the capital utilization rate) to obtain a procyclical utilization rate. Both papers are mainly concerned with the propagation mechanisms behind capital utilization: a procyclical capital utilization rate magnifies and propagates the impact of environmental shocks, allowing to reproduce the observed volatility of output with a smaller volatility of the technology shock. As a direct consequence of this assumptions, the depreciation rate is also procyclical and more volatile than output.² Unfortunately, we do not have reliable data on utilization rates and aggregate depreciation to confirm or reject these hypothesis, neither do we have information on effort.

²Alternative approaches to analyze the role of capital utilization rates on the business cycle are in Cooley et al., (1994) and Fagnart et al., (1995).

It is worth noting that the term *propagation mechanism* embodies two distinct but related phenomena: *amplification and persistence*. We will say that a propagation mechanism amplifies when the standard deviation of output is significantly larger than the standard deviation of the shock. We will refer to a persistent propagation mechanism as one in which persistence of output growth is significantly larger than the persistence of the shock.³

We assume in this study that depreciation depends not only on the utilization rate but also on *maintenance costs*, since machines are better preserved when the firm engages in repair and maintenance activity. Moreover, we argue that this maintenance activity must be countercyclical because it is cheaper for the firm to repair and maintain machines when they are stopped than when machines are being employed. This assumption is consistent with the findings in Fay and Medoff (1985). We show that the associated propagation mechanism is quantitatively important: the volatility of the innovation to technology shocks is almost 1.85 times smaller than the volatility of output, whereas in standard real business cycle models with identical stochastic processes governing technical change they are approximately of the same order of magnitude. This result is in line with those of Burnside et al., (1993) and Burnside and Eichenbaum (1994). However, and somewhat closer to Burnside and Eichenbaum (1994), we do not find a substantial drop in the fraction of output volatility accounted for by technology shocks. This seems to be an evidence in favour of the depreciation-in-use assumption and the countercyclicality of maintenance costs as quantitatively convincing propagation mechanisms of technology shocks.

Some comments to our findings are in order though. First, by standard real business

³For instance, if the first differences of the shock process are white noise, then the propagation mechanism is persistent if the autocorrelation coefficients of the first differences of output are significantly away from zero.

cycle models we mean not only a common modeling environment but particularly those models in which technological change is measured by the Solow residual. However, our model implies that what matters for output are the *effective* units of capital and labor, these being determined by capital utilization and labor effort respectively. Consequently, technological shocks cannot be measured by the Solow residual since these shocks can cause capital utilization and labor effort to vary over time.⁴ For this reason we will distinguish between the conventional Solow residual and our model-based measure of the process that generates the shocks to technology. Second, as Hansen (1989) pointed out, the cyclical fluctuations exhibited by a stochastic growth model depend upon the stochastic processes governing technical change. Then, to keep our argument precise throughout the study we will refer for comparisons to models assuming the same process for the technology shock. Even though the implications of our results with respect to the propagation mechanism are more precise if we restrict ourselves to the previous considerations, we think that these implications can be qualitatively extended to almost every real business cycle model.⁵

4.2 The model

In this chapter we consider capital utilization, endogenous depreciation and maintenance costs in a modified version of Hansen's (1985) indivisible labor model augmented to incorporate government consumption as in Christiano and Eichenbaum (1992) and

⁴As in Burnside et al., (1993) and Burnside and Eichenbaum (1994).

⁵That is, we abstract from the debate over difference-stationary versus trend-stationary but highly persistent processes governing technical change. Instead, we argue that explicitly modeling richer environments directs attention to the internal propagation mechanisms of real business cycle models.

labor hoarding as in Burnside et al., (1993).⁶

Following Greenwood et al., (1992) we suppose that using capital increases the rate at which capital depreciates. However, depreciation can be reduced by maintenance. The depreciation rate δ_t is a function of the maintenance costs rate m_t (i.e., total maintenance costs divided by the capital stock) and the utilization rate u_t : $\delta_t = \delta(m_t, u_t)$, decreasing in m_t , increasing in u_t and convex.

The economy is populated by a large number of infinitely lived individuals that we normalize to one. Following the real business cycle (henceforth RBC) tradition, we assume that aggregate variables at the beginning of each period t , correspond to the solution of a social planning problem that can be decentralized as a Pareto-optimal competitive equilibrium.

The social planner orders individuals' stochastic sequences of consumption and leisure in order to maximize the expected utility function of the representative individual:

$$E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t [\ln(C_t) + \theta n_t \ln(T - \psi - w_t l) + \theta(1 - n_t) \ln(T)] \quad (4.1)$$

where β is the time-discount factor; C_t is private consumption; θ is a positive scalar; n_t is the fraction of individuals at work at time t ; T is an individual's endowment of productive time; ψ is a fixed cost that each individual must incur to go to work; and $w_t l$ is the total effective work an individual cares about, where w_t denotes the level of effort and l denotes the shift length of hours an individual stays at work. According to (4.1) the planner equates the consumption of employed and unemployed individuals, since as in Rogerson (1988) we assume that the instantaneous utility at time t of an

⁶The adopted specification of a dynamic general equilibrium model is very close to that in Burnside and Eichenbaum (1994).

individual is separable across consumption and leisure.

We assume that aggregate output at time t , Y_t , depends on the total amount of effective capital, $K_t u_t$, and on total effective hours of work, $n_t l w_t$, through a Cobb-Douglas production function. Additionally, maintenance costs must be deduced from production:⁷

$$Y_t = (K_t u_t)^{(1-\alpha)} (n_t l w_t X_t)^\alpha - m_t K_t \quad (4.2)$$

where X_t is a labor augmenting aggregate shock to technology:

$$X_t = X_{t-1} \exp\{\gamma + v_t\}. \quad (4.3)$$

Here v_t is a serially uncorrelated *i.i.d.* process with zero mean and standard deviation σ_v .

The aggregate resource constraint is given by

$$C_t + K_{t+1} - (1 - \delta(m_t, u_t)) K_t + G_t \leq Y_t \quad (4.4)$$

G_t denotes the time t government consumption. We assume that G_t is an exogenous stochastic process that evolves according to

$$G_t = X_t g_t \quad (4.5)$$

where g_t follows the law of motion

⁷Maintenance activity, as any other adjustment costs activity, could be internal or external. In any case, the central planner must deduct it from total production before assigning output to consumption, investment or government expenditures.

$$\ln(g_t) = (1 - \rho) \ln(\bar{g}) + \rho \ln(g_{t-1}) + \mu_t \quad (4.6)$$

Here $\ln(\bar{g})$ is the mean of the stationary component of government consumption, $\ln(g_t)$, $|\rho| < 1$ and μ_t is the innovation to $\ln(g_t)$ which is assumed to follow an *i.i.d.* process with zero mean and standard deviation σ_μ .

The social planning problem of this economy is maximize (4.1) subject to (4.2) - (4.6) and given K_0 , X_{-1} and g_{-1} , by choice of contingency plans for $\{Y_t, C_t, K_{t+1}, u_t, n_t, w_t, m_t : t \geq 0\}$.⁸ This problem is not completely specified until we specify the planner's information set at time t . Following Burnside et al., (1993) we assume that n_t is chosen before X_t and g_t are seen. This formulation allows for a simple form of factor hoarding in the sense that once capital and employment decisions are made, firms adjust to observed shocks varying labor and capital effort.

It is convenient to represent this social planning problem in a way such that all planner's decision variables converge in a non-stochastic environment. To this end we define the following detrended variables

$$c_t = \ln(C_t/X_t), k_{t+1} = \ln(K_{t+1}/X_t), \text{ and } y_t = \ln(Y_t/X_t)$$

Note that g_t , m_t , u_t , w_t and n_t are constants in non-stochastic steady state. Here we use King et al., (1988) log-linear modification of the solution procedure proposed by Kydland and Prescott (1982) to obtain an approximate solution to the planning problem.

⁸Note that throughout the chapter lowercase letters denote stationary variables.

4.3 The propagation mechanism

The amplification component of the propagation mechanism associated with utilization and depreciation can be understood by analyzing the following subset of the planner's problem optimal conditions:

$$-1 = \delta_m(m_t, u_t) \quad (4.7)$$

$$(1 - \alpha) \left(\frac{Y_t}{K_t} + m_t \right) = \delta_u(m_t, u_t) u_t \quad (4.8)$$

$$Y_t = (u_t K_t)^{1-\alpha} (n_t l w_t)^\alpha X_t^\alpha - m_t K_t \quad (4.9)$$

They represent respectively the optimal rules for maintenance costs (4.7) and utilization (4.8) and the definition of technology (4.9).

The cyclical behavior of maintenance costs

The sign of the depreciation function's cross derivative determines the comovement of the utilization rate and the maintenance rate over the cycle. We can see it by differentiating (4.7):

$$\frac{dm_t}{du_t} = -\frac{\delta_{mu}}{\delta_{mm}}.$$

Maintenance costs move in the opposite direction than the utilization rate if $\delta_{mu} > 0$. As it has been stated above, we argue that the maintenance activity must be countercyclical because it is cheaper for the firm to repair and maintain machines when they are stopped than when machines are being utilized.

The cyclical behavior of the utilization rate

We can derive the cyclical behavior of the utilization rate from the optimal rule for utilization (4.8). Manipulating equations (4.7) and (4.8) we obtain

$$\text{sign} \left(\frac{du_t}{dY_t} \right) = \text{sign}(\mathcal{A})$$

where

$$\mathcal{A} \equiv \phi + 1 + \Omega (1 - \alpha - \delta_{mu}u), \quad \Omega \equiv \frac{\delta_{mu}}{\delta_u \delta_{mm}} > 0 \quad \text{and} \quad \phi \equiv \frac{\delta_{uu}u}{\delta_u} > 0.$$

The capital utilization rate would be procyclical if $\mathcal{A} > 0$. Even though capital utilization rates are poorly measured, there is empirical evidence that the utilization of capital is procyclical.⁹ For convenience, we will refer to the depreciation in use assumption as the case in which the depreciation function depends only on the utilization rate. In this case, $\Omega = \delta_{mu} = 0$, so that the utilization rate is always procyclical.

⁹Shapiro (1989) indicates that the utilization rates from the surveys are procyclical even though they are less cyclical than production. Bresnahan and Ramey (1993) provide evidence of the underutilization of capital in the automobile industry following the oil shocks.

The amplification mechanism

We can directly deduce from equation (4.9) that procyclical utilization rates and countercyclical maintenance costs magnify the effect of productivity shocks. By linearizing the system (4.7), (4.8) and (4.9), around the steady state, and after some simplifications we get the basic structure of our propagation mechanism:

$$\hat{y}_t = \frac{1-\alpha}{1-\tilde{m}} (1+\Omega) \hat{u}_t + \frac{\alpha}{1-\tilde{m}} (\hat{n}_t + \hat{w}_t) + \frac{\alpha-1+\tilde{m}}{1-\tilde{m}} (v_t - \hat{k}_t) \quad (4.10)$$

$$\hat{y}_t = \frac{\mathcal{A}}{1-\tilde{m}} \hat{u}_t - (v_t - \hat{k}_t) \quad (4.11)$$

where

$$\tilde{m} \equiv \frac{m k \exp\{-\gamma\}}{y + m k \exp\{-\gamma\}}.$$

For any variable x_t , $\hat{x}_t = (x_t - x)/x$ where x represents the steady state value of x_t . Since we want to stress the amplification component of the propagation mechanism of productivity shocks through the capital utilization rate, in what follows, we abstract from the endogenous effects of changes on \hat{w}_t . We are then interested in solving for the reduced form of \hat{y}_t as a function of v_t after elimination of \hat{u}_t . (Remember that k_t and n_t are determined before the realization of the stochastic shock v_t .) The coefficient of v_t in the reduced form is

$$(\alpha-1)\mathcal{B} + \frac{\tilde{m}}{1-\tilde{m}}, \quad \text{where} \quad \mathcal{B} \equiv \frac{\phi - \Omega(\alpha + \delta_{mu}u)}{\phi + \alpha - \Omega\delta_{mu}u}. \quad (4.12)$$

In the standard RBC model the instantaneous effect on output Y_t of a labor augmenting technological shock is just α . With respect to “detrended” output y_t this effect is $\alpha - 1$, since we use the labor augmenting technological shock to detrend it. Under the depreciation in use assumption the coefficient of v_t in the reduced form is

just $0 > \frac{\phi}{\phi+\alpha}(\alpha - 1) > \alpha - 1$. The effect of v_t on Y_t is given by $\alpha \frac{\phi+1}{\phi+\alpha} > \alpha$, so that the propagation mechanism measured as the ratio of the standard deviation of output to the standard deviation of the technology shock must be proportional to $(\phi+1)/(\phi+\alpha)$.

It can be easily shown that under a procyclical utilization rate and a countercyclical maintenance rate $\mathcal{B} < \frac{\phi}{\phi+\alpha} < 1$, which implies that the maintenance activity contributes to the propagation of technology shocks. Moreover, the propagation mechanism behind depreciation and utilization should be important if \mathcal{B} is significantly smaller than one. The second derivatives of the depreciation function are crucial for it, in particular the cross derivative.

4.4 Calibration

We calibrate our model economy following the methods described in Cooley and Prescott (1995), and we use the set of measurements constructed by Christiano (1988) as our basic data source. In addition, we make use of the U. S. National Income and Product Accounts (NIPA) data to calibrate the capital income share in output. The official measurements are rearranged and augmented to correspond both to the structure of our model economy, and to the definitions and sample period of the variables in our basic data source.¹⁰

Next we give some details on the data set we use, then we discuss our selection of parameter values and we restrict the depreciation function to a parametric specification. Finally we describe our strategy to empirically implement our model economy.

¹⁰The definition of variables reported in Christiano (1988) is close to that discussed in Cooley and Prescott (1995). The only difference is that Christiano's definition of output does not include the imputed flow of services from government capital.

4.4.1 Data

The data set from Christiano (1988) covers the period 1955:3 - 1984:1 for the U.S. economy, and includes private consumption, C_t , gross investment, I_t , government consumption, G_t , gross output, Y_t , hours worked, h_t , and the official capital stock, \tilde{K}_t .¹¹ In addition, to construct our measure of the capital share we use annual data for the period 1955 - 1984 and we follow the definition of variables discussed in Cooley and Prescott (1995) while maintaining consistency with the definition of variables in Christiano (1988). Essentially this implies to consider consumer durables as capital goods and then add the imputed flow of services of consumer durables to measured output. This is equivalent to the output measure in our basic data source.

4.4.2 Model parameters

Table 4.1 reports the calibrated economy's parameters values. We select our model period as a quarter of a year. We fixed the individual's time endowment, T , at 1369 hours per quarter and a real interest rate of 3 percent (annually). Following Burnside et al., (1993) we assume a fixed cost to go to work, ψ , of 60 hours per quarter.

As has been stated above we first calibrate the labor income share in output. Note that our model specification implies that $\tilde{\alpha} = \alpha/(1 - \tilde{m})$, where $\tilde{\alpha} = .6351$ is the value that we obtained from the U.S. NIPA data (and some additional sources). Thus,

¹¹All series were converted to per-capita terms using an efficiency-weighted measure of the population to abstract from demographic changes in the work force. For further details on this data set, see Christiano (1987). The time series for hours worked, h_t , is that constructed by Hansen (1985). Note finally that to be consistent with our model assumptions we construct a model-based measure of the capital stock since the official capital stock series were obtained from the Survey of Current Business (SCB) data which are mainly based on straight-line depreciation assumptions.

considering maintenance costs implies a difference between the employment elasticity α and the labor share $\tilde{\alpha}$.

Next we turn to our reference data set to calibrate the remaining parameters, except for those of the depreciation function (see section 4.4.3 below), choosing them so that the balanced-growth path of our model economy matches certain long-term features of the data. We calibrate the shares of the components of output, the capital-output ratio, the average rate of growth and the average depreciation rate to those average values implied by the data. In addition, the shift length of l hours was chosen so that the non stochastic steady state value of work effort equals one, and the average employment rate \bar{n} was chosen so that steady state average hours, $\bar{h} = \bar{n}l$, match the average of Hansen's hours series. With this selection of parameters we can solve the non stochastic steady state of our model for the rate of maintenance costs, $\delta_u \bar{u}$, θ and l . Following Cooley et al., (1994) we calibrate the steady state utilization rate to the average rate implied by the U.S. official series. This selection for \bar{u} and the optimal condition for maintenance costs imply the δ_u and δ_z parameter values.

In a standard RBC model, the steady state marginal productivity of capital must equal $r + \bar{\delta}$. Then, it is not possible to select values for α, β and k/y independently. Cooley and Prescott (1995) calibrate α and k/y to actual data and then use the Euler equation for capital to compute β , i.e.: r . Christiano and Eichenbaum (1992), choose a value for β and then estimate α so that the model capital-output ratio matches the corresponding sample first moment of the data. The existence of maintenance costs drives a wedge between the interest rate and the marginal productivity of capital, this equating $r + \delta + \bar{m}$. Because we do not have reliable information on maintenance costs, our calibration strategy is as follows: we calibrate α and k/y as in Cooley and Prescott (1995), we fix β as in Christiano and Eichenbaum (1992), and then we compute \bar{m} from the first order optimal condition from capital. Equivalently, we could have fix \bar{m}

and solve for β . In section 4.5.1 we evaluate the sensitivity of our results to changes in \bar{m} .

4.4.3 The depreciation function

To go from our general framework to quantitative statements about the joint behavior of the rates of depreciation, utilization and maintenance costs we propose below a parametric form for the depreciation function. As it has been stated in section 4.3 the depreciation function must be increasing in utilization, decreasing in maintenance and convex. We postulate the following functional form:

$$\delta(m, u) \equiv \bar{\delta} \left(1 + \left(\frac{u}{\bar{u}} \right)^{1+\phi} - \left(\frac{m}{\bar{m}} \right)^{\mu} \right) + \nu \left(\frac{m}{\bar{m}} - 1 \right) \left(\frac{u}{\bar{u}} - 1 \right) \quad (4.13)$$

where $\phi > 0$, $0 < \mu \leq 1$ y $\nu \geq 0$. It can be easily checked that u is procyclical and m is countercyclical. On the balanced growth path, the depreciation rate is constant and equal to $\bar{\delta}$. Furthermore, when $\mu = \nu = 0$, depreciation is just a convex function of the utilization rate, and the function reduces to that in Burnside and Eichenbaum (1994). Finally, for ν relatively small and for reasonable values of m and u , this function is increasing in u , decreasing in m and convex in a neighbourhood of (\bar{m}, \bar{u}) .

As discussed above we can calibrate μ and ϕ in the nonstochastic steady state of the economy by using the optimal conditions for utilization and maintenance costs. In particular, it can be shown that $\mu = \bar{m}/\bar{\delta}$. However, the ν parameter can not be calibrated on the basis of long run properties.¹² It is for this reason that we calibrate the parameter ν so that some selected second moments properties of the model eco-

¹²Note that we can not generate series for the unobserved variables and deduce the process for the technology shock until this set of parameters has been chosen. We consider this issue in detail in section 4.4.4.

| | | |
|------------------------------|------------------|---------------------------|
| Preferences | | |
| Individual's time endowment | T | 1369 hours per quarter |
| Annual real interest rate | r | 3%; $\beta = 1.03^{-1/4}$ |
| Fixed cost to go to work | ψ | 60 hours |
| Preference for leisure | θ | 3.5195 |
| Steady state effort | \bar{w} | 1 |
| Shift length | l | 324.7775 hours |
| Steady state employment | \bar{n} | 0.9863 |
| Technology | | |
| Average labor share | $\tilde{\alpha}$ | 0.6351 |
| Employment elasticity | α | 0.6236 |
| Average rate of growth | γ | 0.0040 |
| Average utilization rate | u | 0.82 |
| Capital-output ratio | k/y | 10.6096 |
| Steady state maintenance | \bar{m} | 0.0017 |
| Shares of output | | |
| Consumption share | c/y | 0.5545 |
| Investment share | i/y | 0.2678 |
| Government share | g/y | 0.1778 |
| Depreciation function | | |
| Average depreciation rate | $\bar{\delta}$ | 0.0213 |
| | ϕ | 0.6251 |
| | μ | 0.0822 |
| Cross derivative | ν | 0.0051 |
| Shock processes | | |
| Average rate of growth | γ | 0.0040 |
| Std. dev. of Tech. shock | σ_v | 0.0075 |
| Correlation of Gov. exp. | ρ | 0.9398 |
| Std. dev. of Gov. shock | σ_μ | 0.0151 |

Tabla 4.1: Calibrated economy's parameters.

nomy's aggregates are close to the corresponding statistics for the U. S. economy. More precisely, ν was chosen to match the volatility of logged, detrended investment relative to output.¹³

It is important to note that the convexity of the depreciation function depends upon the value chosen for ν . Convexity around (\bar{m}, \bar{u}) is guaranteed when $\delta_{mm}\delta_{uu} - \delta_{mu}^2 > 0$, or equivalently

$$\nu^2 < (\nu^*)^2 \left(\frac{m}{\bar{m}}\right)^{\mu-2} \left(\frac{u}{\bar{u}}\right)^{\phi-1},$$

where $(\nu^*)^2 = \bar{\delta}^2 (1 - \mu) \mu \phi (1 + \phi)$, for $\mu - 2 < 0$ y $\phi - 1 < 0$ in our calibration.

For $\nu \geq \nu^*$, the depreciation function is not convex even in (\bar{m}, \bar{u}) .

4.4.4 Empirical implementation

In our model, technology shocks cannot be measured by the Solow residual since these shocks can cause capital utilization and labor effort to vary over time. It is for this reason that we have to deduce a time series on technology shocks before implementing our model empirically. To do this we need data on effort and maintenance costs. In addition, to be consistent with our time-varying depreciation function hypothesis, we have to construct series on depreciation, utilization and the capital stock. In dealing with these problems we proceed as follows:

- i. Given a vector of parameters $\Psi = \{\alpha, \bar{m}, \bar{u}, \bar{\delta}, \gamma, \phi, \mu, \nu\}$ and an initial value for K_t we recursively obtain series on u_t , m_t , δ_t , and K_t . Then, for each period t we solve the log-linearized first-order conditions for maintenance costs (4.7) and

¹³This procedure is consistent with the methodology of Cooley and Prescott (1995) and it is implemented, for instance, in Castañeda et al., (1995). This procedure is justified because our selection does not affect the question that we want to address, which is restricted to the propagation mechanism implied by the model.

utilization (4.8) of the planner's problem jointly with the law of motion for the capital stock given series on observed Y_t and I_t . We search for an initial value of capital stock such that the average capital-output ratio implied by our resulting capital series is approximately the same as the one obtained from the official capital stock series. Figures 4.1 and 4.2 depict observed and model-based time series for K_t and u_t respectively. Figures 4.3 and 4.4 show our model-based series for δ_t and m_t respectively, and their cyclical behavior with respect to observed and detrended output (Y_t/X_t).

- ii. With the observed C_t , Y_t and h_t series, and given our measures of K_t and m_t , we deduce a time series on effort by solving the log-linearized version of the optimal condition for effort:

$$\frac{\theta}{(T - \psi - w_t l)} = \frac{\alpha(Y_t + m_t K_t)}{C_t w_t h_t}. \quad (4.14)$$

- iii. Once unobserved variables as well as those poorly measured variables have been computed, we linearly approximate the technology process for each point in our sample according to¹⁴

$$\ln(X_t) = [\ln(Y_t + m_t K_t) - (1 - \alpha)(\ln(K_t) + \ln(u_t)) - \alpha(\ln(h_t) + \ln(w_t))] / \alpha \quad (4.15)$$

We find that the process $\ln(X_t)$ is difference-stationary and according to equation (4.3) we interpret the innovation to this process as the true technology shock. Time series for the Solow residual and our measure of technology shocks are depicted in Figure 4.5. Clearly, our approximate measure of technology shocks is less volatile than the one obtained from the conventional Solow approach.

¹⁴It is worth noting that in our calculations we abstract from classical measurement error in hours worked. We choose this strategy even though incorporating this feature into the analysis improves the model's empirical performance with respect to the variables of the labor market. Christiano and Eichenbaum (1992) discuss this issue.

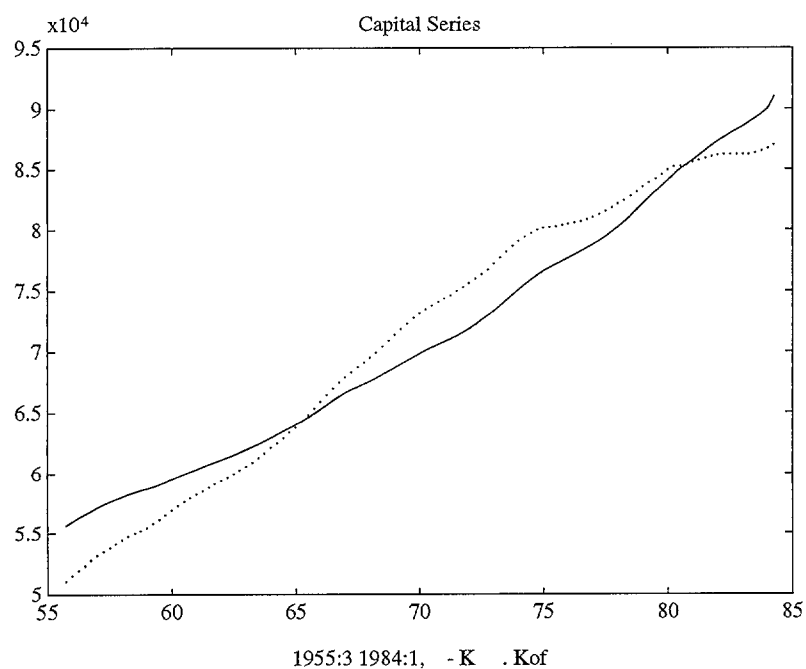


Figura 4.1: Measures of capital. Official and Model-Based (solid line) series.

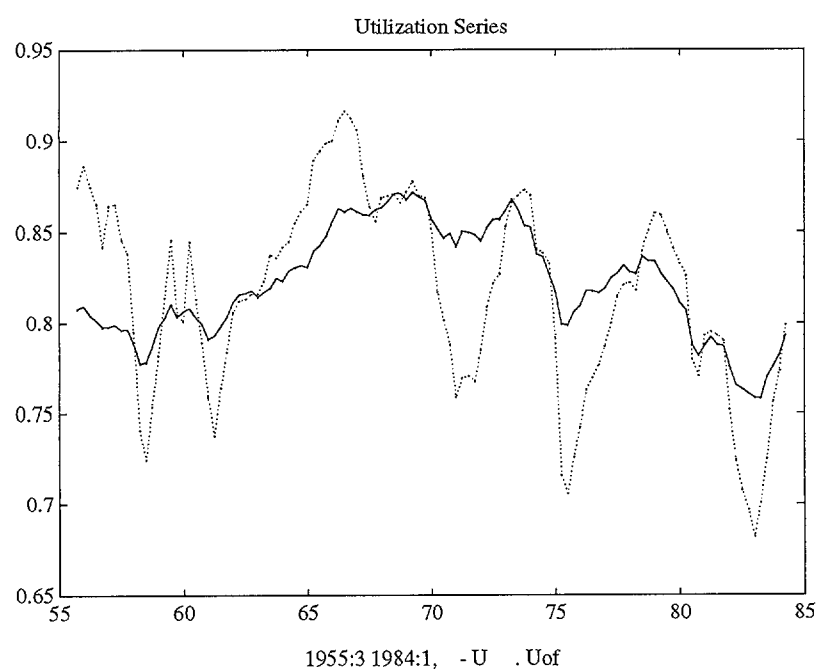


Figura 4.2: Measures of utilization. Official and Model-Based (solid line) series.

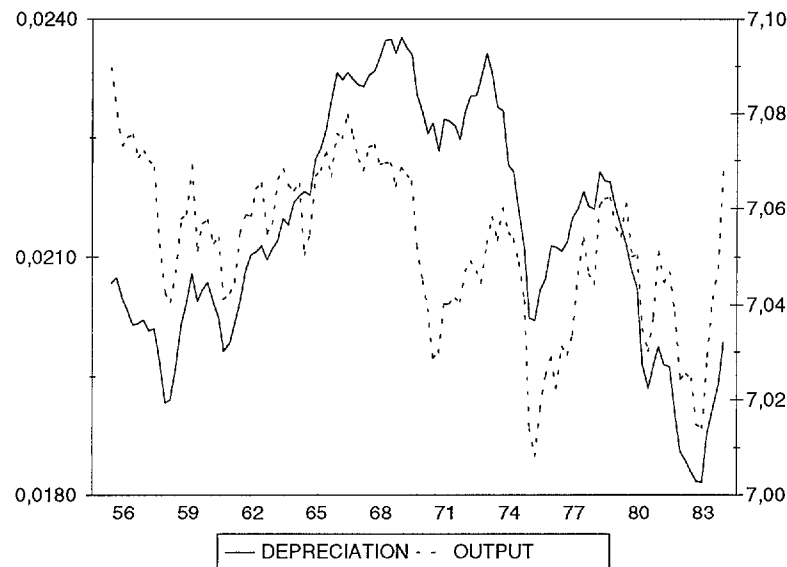


Figura 4.3: Cyclical behavior of depreciation. Model-Based depreciation and observed output series.

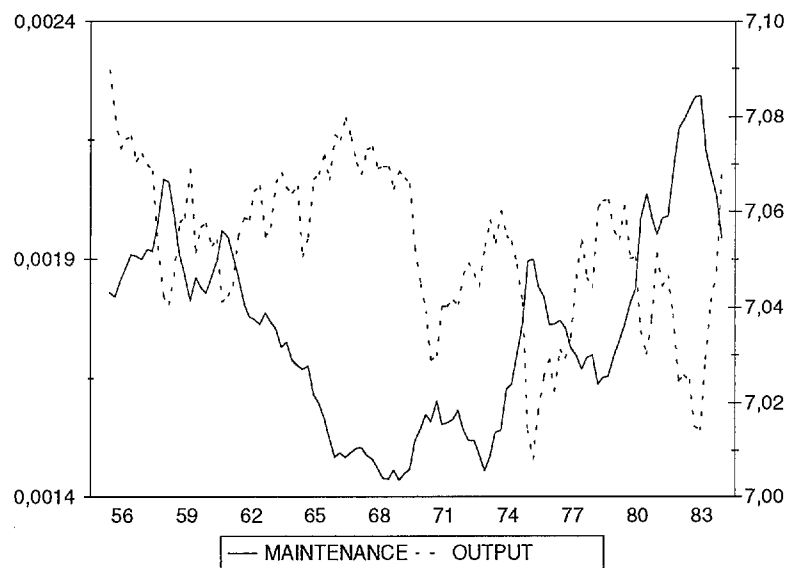


Figura 4.4: Cyclical behavior of maintenance costs. Model-Based maintenance costs and observed output series.

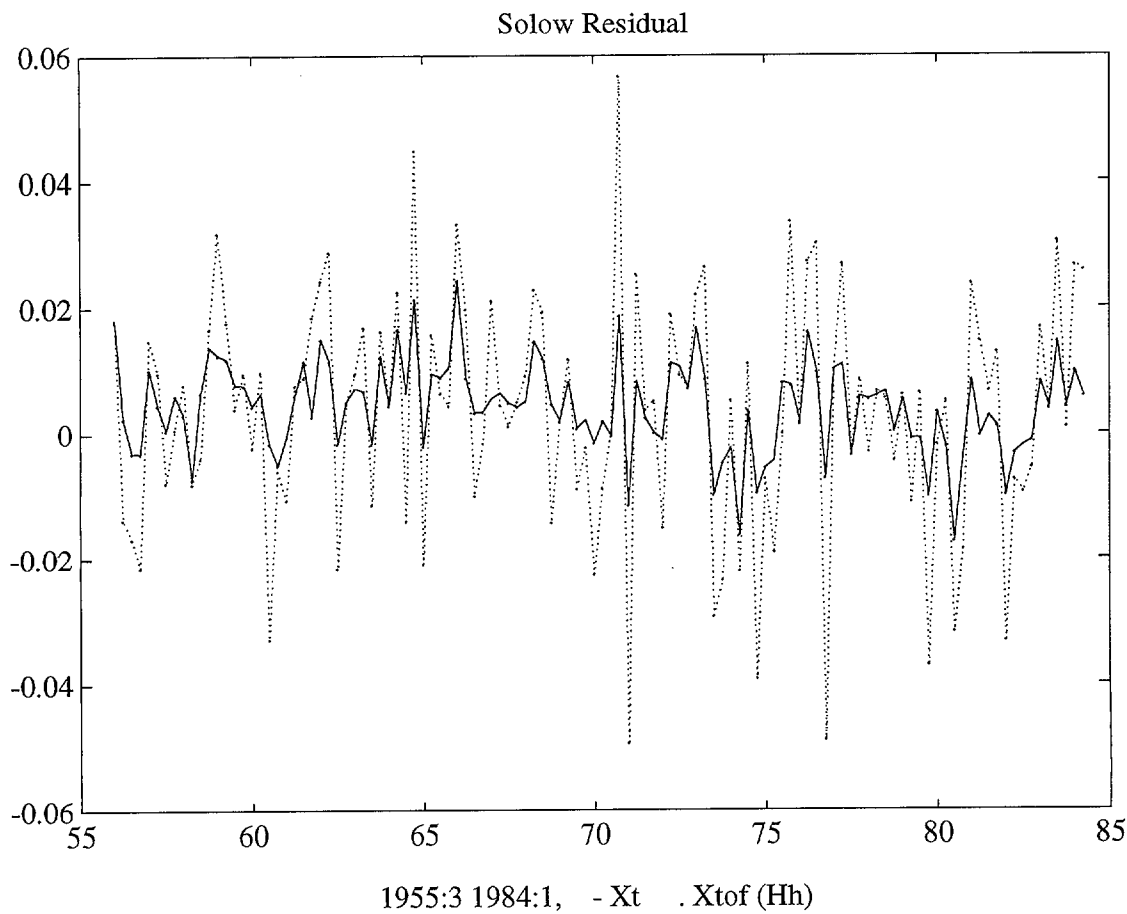


Figura 4.5: Measures of technology shocks. Solow residual and Model-Based (solid line) series.

4.5 Findings

Table 4.2 reports some selected properties of the second moments of Hodrick and Prescott (HP) filtered data for the U.S. economy and for the model economy: column 2 summarizes the results under the depreciation-in-use assumption, and column 3 reports the results when utilization and maintenance costs are jointly considered. From these results it can be stated that the selected parameter of the depreciation function fits well our targeted second moments properties. The standard deviation of HP filtered output of the model economy approximates the corresponding one generated by U.S. data, which stresses the contribution of productivity shocks to the propagation of aggregate fluctuations.

Table 4.3 reports our measure of the propagation mechanism for the two models under consideration. As we expected from our results in section 4.3, with countercyclical maintenance costs we find that the standard deviation of output is 1.835 times the standard deviation of the technology shock. This statistic is larger than the corresponding one obtained when just the depreciation in use assumption is under consideration.

However, the standard deviation of the HP filtered level of technology (σ_z) is just 6% less than the one obtained under the depreciation-in-use assumption. Thus, incorporating maintenance costs into the analysis does not affect substantially our measure of technology shocks¹⁵ but our measure of the volatility of output. Consequently, we do not need to identify large technology shocks to account for the volatility of output. Thus, we conclude that incorporating the existence of a procyclical utilization rate

¹⁵We find that the standard deviation of our innovation to technology is nearly 60% less than that of the Solow residual. Note here that for comparison with previous results on this issue, both the same process for technology shocks and abstracting from measurement error in hours worked is required.

| Moment | Depreciation in use | | Maintenance costs |
|-------------------------|---------------------|-------------------|---------------------|
| | U.S. data | ($\bar{m} = 0$) | $\bar{m} = .0017$) |
| σ_c/σ_y | 0.437 | 0.474 (.032) | 0.465 (.027) |
| σ_i/σ_y | 2.224 | 2.282 (.082) | 2.220 (.068) |
| σ_g/σ_y | 1.147 | 1.547 (.221) | 1.254 (.181) |
| σ_h/σ_y | 0.859 | 0.633 (.033) | 0.566 (.029) |
| $\sigma_h/\sigma_{y/n}$ | 1.221 | 1.060 | 0.984 |
| σ_y | 0.0193 | 0.0141 (.020) | 0.0172 (.024) |
| $corr(y/n, n)$ | -0.192 | 0.330 (.122) | 0.510 (.106) |

Table 4.2: Second moments properties for HP detrended data. Statistics for the models are averages of 1000 simulations, each of 115 observations length.

| Moment | Depreciation in use ($\bar{m} = 0$) | Maintenance costs ($\bar{m} = 0.0017$) |
|---------------------|---------------------------------------|--|
| σ_z | 0.0099 | 0.0093 |
| σ_y/σ_z | 1.4250 | 1.8350 |

Tabla 4.3: Propagation mechanism for HP detrended data.

jointly with countercyclical maintenance costs gives rise to a quantitatively important source of amplification to aggregate technology shocks.

4.5.1 Sensitivity analysis

Table 4.4 shows the effects of varying the interest rate r , that is the steady state maintenance costs rate, on the amplification mechanism of the model. Table 4.5 describes the effects of changing the parameter ν of our baseline calibration. Under our baseline calibration $\bar{m} = 0.0017$ and $\nu^*/\nu = 1.15$, strict convexity holds for any m and u not exceeding more than 15 per cent (\bar{m}, \bar{u}), respectively. Figures 4.3 and 4.4 show that the values of our model-based series do not exceed in any case that upper-bound.

Once these issues are taken into account, we can conclude from Tables 4.4 and 4.5:

1. Given ν^*/ν , an increase in \bar{m} implies a slight decrease both in the volatility of investment relative to output and the technology shock, whereas it gives rise to a slight increase in the amplification mechanism of shocks.
2. Given \bar{m} , an increase in ν^*/ν generates a slight decrease both in the relative volatility of investment and in the amplification mechanism, whereas it increases

| r^* | \bar{m} | $\frac{\sigma_x}{\sigma_y}$ | $\frac{\sigma_y}{\sigma_z}$ | σ_z |
|-------|-----------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 3.35 | .0009 | 2.290 | 1.824 | .0095 |
| 3.00 | .0017 | 2.22 | 1.834 | .0093 |
| 2.65 | .0026 | 2.16 | 1.841 | .0092 |

Tabla 4.4: Sensitivity to changes in \bar{m} . $\nu^*/\nu = 1.15$. Measure of the amplification of shocks for 1000 simulations (HP filtered data). * % annual.

very slightly the volatility of the technology shock.

3. For sensible choices of \bar{m} , amplification ranges between 1.43 (corresponding to the case in which $\bar{m} = 0$) and 2.09. The latter must be taken as an extreme upper bound, since $\nu^* = \nu$ corresponds to a non-convex depreciation function in any neighbourhood of (\bar{m}, \bar{u}) .

4.5.2 Persistence

Next we evaluate persistence in the propagation mechanism for shocks. In doing so, we concentrate on the autocorrelation function of output growth. In general, persistence will be driven by a serial correlation in output growth higher than that of the innovations to technology. In our case, and given that we have assumed that innovations

| ν^*/ν | $\frac{\sigma_i}{\sigma_y}$ | $\frac{\sigma_y}{\sigma_z}$ | σ_z |
|-------------|-----------------------------|-----------------------------|------------|
| 1 | 2.268 | 2.089 | .0093 |
| 1.15 | 2.220 | 1.834 | .0093 |
| 1.3 | 2.207 | 1.710 | .0094 |

Table 4.5: Sensitivity to changes in ν^*/ν . $r = 3.00\%$ annual. Measure of the amplification of shocks for 1000 simulations (HP filtered data).

to technology follow a serially uncorrelated *i.i.d.* process, we will find persistence if the amplification of shocks is large enough to dominate stochastically the innovations in $\Delta \ln(Y_t) = \gamma + \Delta y_t + v_t$, where y_t is the deviation of the log of output away from its trend path. From the results in Burnside and Eichenbaum (1994) we know that a model incorporating labor hoarding generates persistence. Furthermore, they show that depreciation in use alone can account for the observed autocorrelation in output growth. The question here is whether maintenance costs add any additional source of persistence.

Figure 4.6 depicts the autocorrelation function of output growth jointly with those corresponding to the models of depreciation in use and maintenance costs, respectively. As we expected both models produce a first-order autocorrelation coefficient positive and significant (of 0.31 (0.08) and 0.40 (0.07), respectively). The lower panels show that the difference between autocorrelations implied by the models and those in actual data is just significantly away from zero for the second-order autocorrelation coefficient. However, the maintenance costs model generates a higher autocorrelation in output growth. The reason is the stronger amplification mechanism behind this model. Figures 4.7 - 4.12 depict the impulse-response functions of model variables to shocks in X_t and g_t . As it can be seen in figure 4.8 in the maintenance costs model the dynamic response of output is just slightly higher in the impact period of technology shock (1.20% against a 1.07%, but significantly higher in the second period after the shock (1.89% against 1.46%, that is an additional 0.69% against a 0.39%). This is due to the larger response of utilization in both periods, and of employment in the second period after the shock.

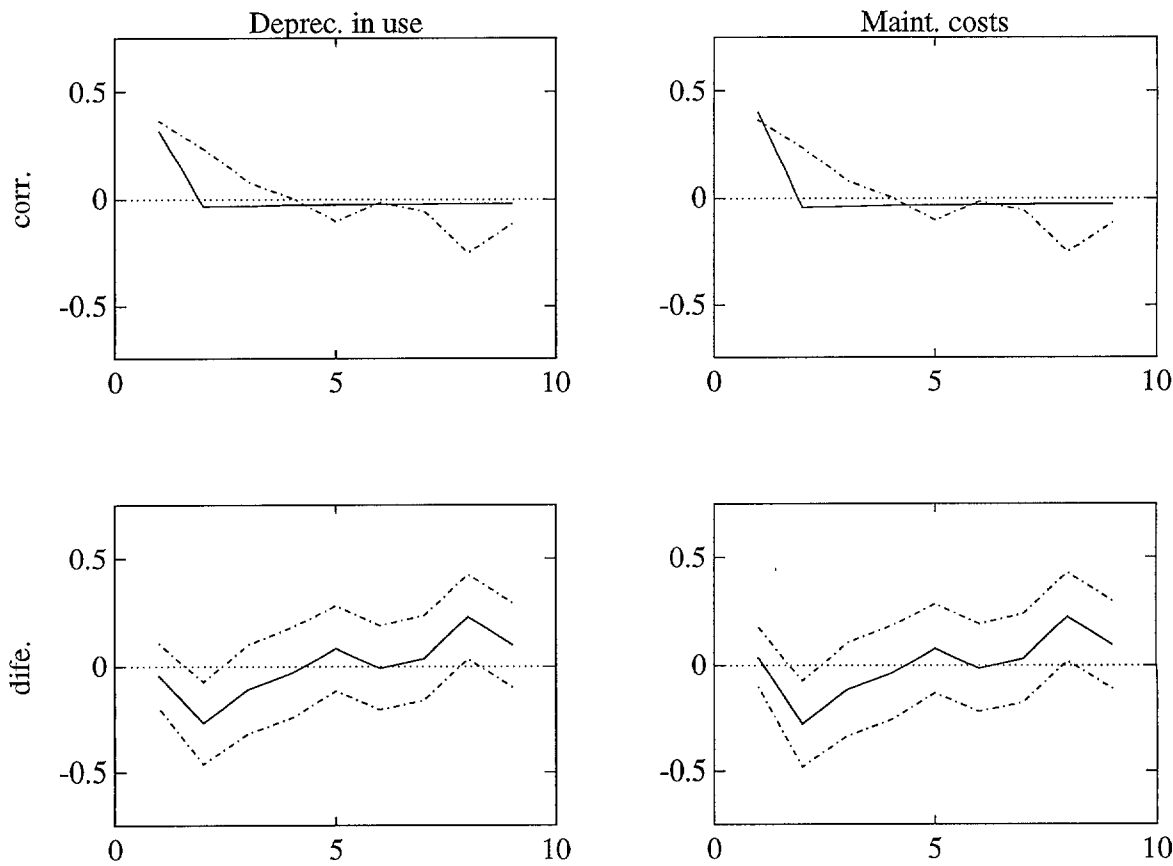


Figure 4.6: Autocorrelations of output growth. Top: correlations for $\bar{m} = 0$ (left) and $\bar{m} = .0017$ (right); the dashed lines corresponds to U. S. data. Bottom: difference; the dashed lines represent a 2-standard error band around the difference over 1000 simulations.

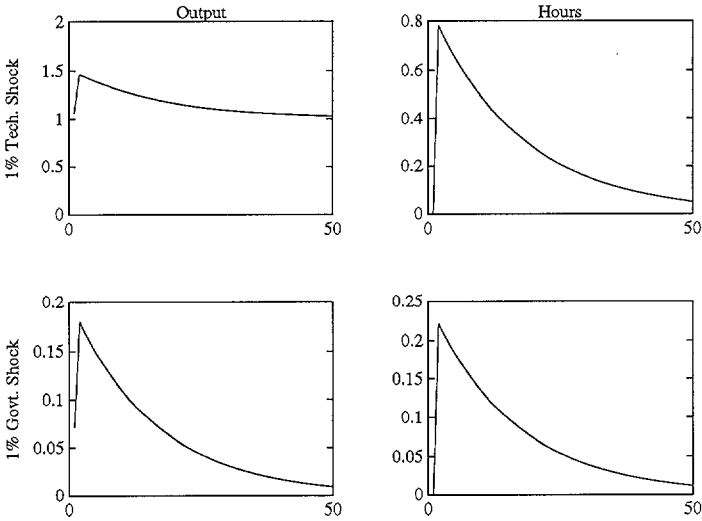


Figura 4.7: Depreciation in use model. Impulse response functions: Output and Hours.

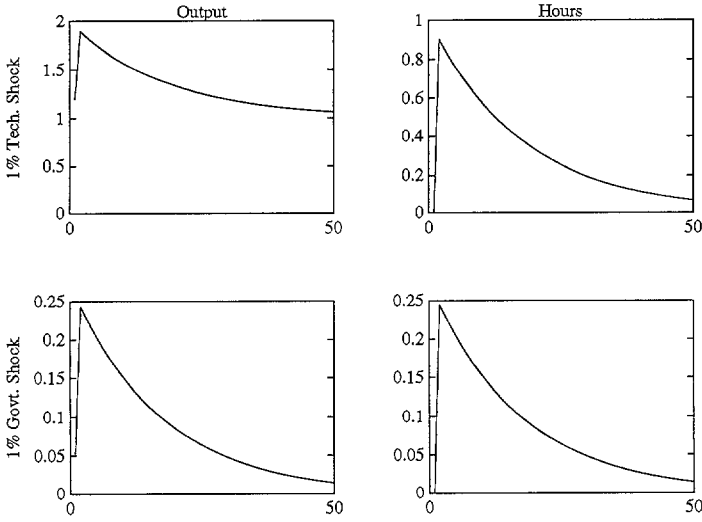


Figura 4.8: Maintenance costs model. Impulse response functions: Output and Hours.

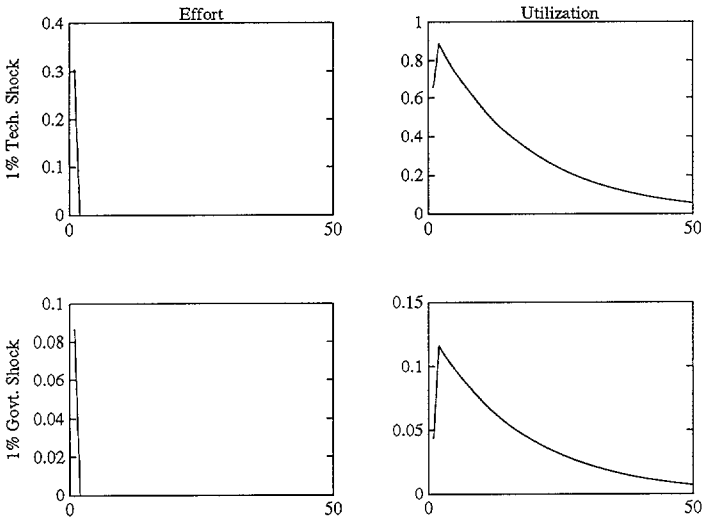


Figure 4.9: Depreciation in use model. Impulse response functions: Effort and Utilization.

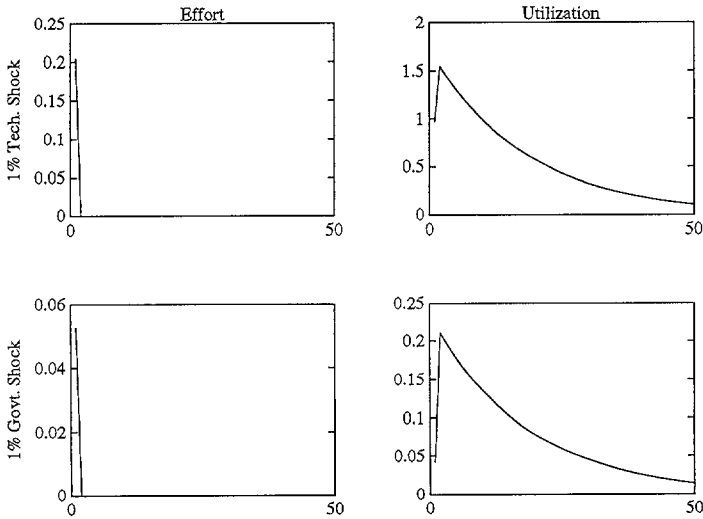


Figure 4.10: Maintenance costs model. Impulse response functions: Effort and Utilization.

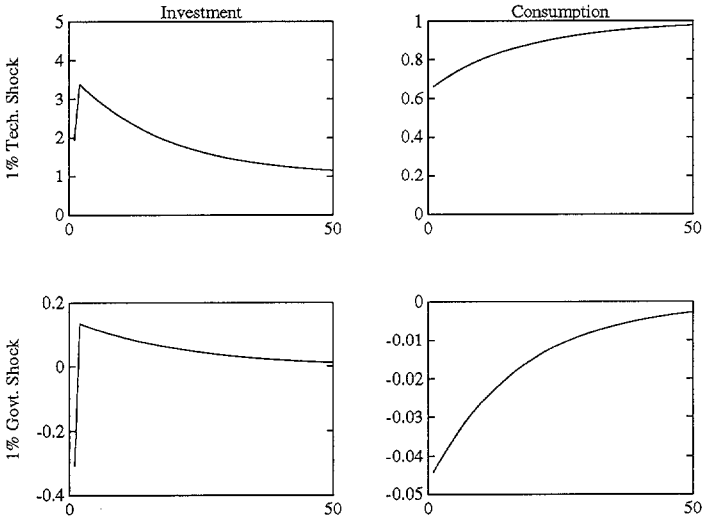


Figure 4.11: Depreciation in use model. Impulse response functions: Investment and Consumption.

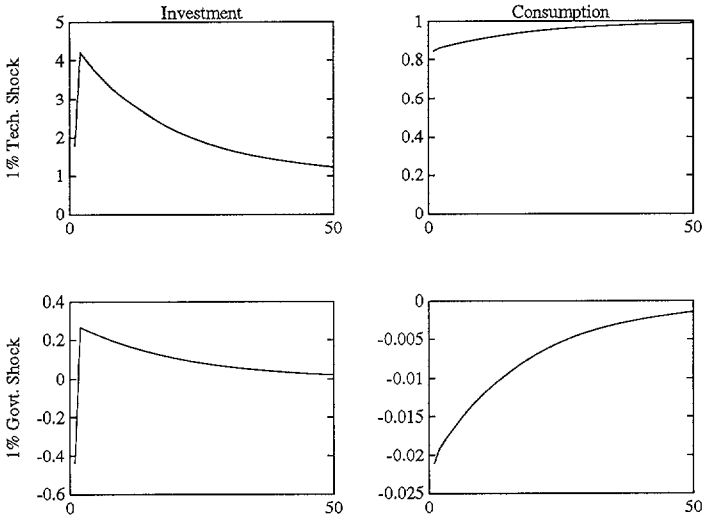


Figure 4.12: Maintenance costs model. Impulse response functions: Investment and Consumption.

4.6 Concluding remarks

In this study we quantify the role played by variable capital utilization rates and maintenance costs in propagating technology shocks over the business cycle. To this end we model a depreciation technology depending upon both the utilization rate and the maintenance rate. Following part of the literature we assume that using capital increases the rate at which capital depreciates. In addition, we argue that the maintenance activity must be countercyclical, because it is cheaper for the firm to repair and maintain machines when they are stopped than when machines are being employed. We find that small innovations to technology induce large fluctuations in output through the procyclicality of effective capital services and the countercyclicality of the maintenance activity. Specifically, under our model specification the volatility of output is more than 1.8 times larger than the volatility of our measure of technology shocks. Furthermore, our estimate for the volatility of output is close to the one implied by U. S. data.

These findings support the traditional argument of the real business cycles literature that fluctuations in technical progress can account for a large fraction of observed fluctuations in aggregate economic time series. Further explorations are necessary to evaluate the behavior of the model in accounting for additional features of observed business cycles and to build evidence either confirming or rejecting our hypothesis. We view the model considered in this study as a first approximation to richer environments incorporating a completely specified depreciation technology jointly with the role played by utilization rates in determining the effective capital services. We conclude that there is much to be learned from the explicit modeling of the underemployment of production factors.

Referencias

- Álvarez, F. y Fitzgerald, T. (1992), "Banking in computable general equilibrium economies: Technical appendices I and II," Staff Report 155, Federal Reserve Bank of Minneapolis.
- Andrés, J., Escribano, A., Molinas, C. y Taguas D. (1990), *La inversión en España: Econometría con restricciones de equilibrio*, Antoni Bosch, Barcelona, e Instituto de Estudios Fiscales, Madrid.
- Andrés, J., García, J. y Jiménez, S. (1989), "La incidencia y la duración del desempleo masculino en España", *Moneda y Crédito* 189, 75-124.
- Bacchetta, P. y Caminal, R. (1993), "Liquidity constraints, banks and the real effects of monetary policy", Estudios Bancarios, Fundación BBV.
- Bajo-Rubio, O. y Sosvilla-Rivero, S. (1994), "An econometric analysis of foreign direct investment in Spain, 1964-89", *Southern Economic Journal* 61, 104-119.
- Bentolila, S. y Blanchard, O. (1991), "El paro en España", en *Estudios de Economía del Trabajo en España. III. El Problema del Paro*, S. Bentolila y L. Toharia (comp.), Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, España, 953-997.
- Bewley, T. (1977), "The permanent income hypothesis: A theoretical formulation", *Journal of Economic Theory* 16, 252 -292.
- Bewley, T. (1980), "The optimum quantity of money", en *Models of Monetary Economies*, J. Kareken and N. Wallace (eds.), Federal Reserve Bank of Minneapolis, 169-210.
- Bils, M. y Cho, J. (1994), "Cyclical factor utilization", *Journal of Monetary Economics* 33, 319-354.
- Blanco, J.M. (1995), "La duración del desempleo en España", mimeo.
- Bresnahan, T.F. y Ramey, V.A. (1993), "Segment shifts and capacity utilization in the

- U.S. automobile industry”, *American Economic Review* 83, 213-218.
- Burnside, C., Eichenbaum M. y Rebelo, S. (1993), “Labor hoarding and the business cycle”, *Journal of Political Economy* 101, 245-273.
- Burnside, C. y Eichenbaum, M. (1994), “Factor hoarding and the propagation of business cycle shocks”, Working Paper 4675, NBER.
- Campbell, J.Y. y Mankiw, N.G. (1989), “Consumption, income and interest rates: reinterpreting the time series evidence”, (con discusión), en O. Blanchard and S. Fischer (eds.), *NBER Macroeconomics Annual*, MIT Press, Cambridge, Mass.
- Carbajo, R. y García-Perea, P. (1987), “Series históricas homogéneas de horas trabajadas”, Documento de Trabajo 8709, Fedea, Madrid.
- Castañeda, A., Díaz-Giménez J. y Rlos-Rull, V. (1995), “Unemployment spells and income distribution dynamics”, Working Paper 95-10, Universidad Carlos III de Madrid.
- Christiano, L.J. (1987), Technical appendix to “Why does inventory investment fluctuates so much?”, Working Paper 380, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Minneapolis, MN.
- Christiano, L.J. (1988), “Why does inventory investment fluctuates so much?”, *Journal of Monetary Economics* 21, 247-280.
- Christiano, L.J. y Eichenbaum, M. (1992), “Current real business cycle theories and aggregate labor market fluctuations”, *American Economic Review* 82, 430-450.
- Cochrane, J. (1994), “Shocks”, *NBER Macroeconomics Annual*, 141-219.
- Cooley, T.F., Hansen G.D. y Prescott E.C., (1994), “Equilibrium business cycles with idle resources and variable capital utilization”, Working Paper 535, Research Department, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Minneapolis, MN.
- Cooley, T.F. y Prescott, E.C. (1995), “Economic growth and business cycles”, en *Frontiers of Business Cycle Research*, T. Cooley (ed.), Princeton University Press.

- Corrales, A. y Taguas, D. (1990), "Series macroeconómicas para el periodo 1954-1984, un intento de homogeneización", en *MOISEES: Un Modelo de Investigación y Simulación de la Economía Española*, Molinas et al., (eds.), Antoni Bosch, Barcelona.
- Correia, I., Neves, J.C. y Rebelo, S. (1995), "Business cycles in a small open economy", *European Economic Review* 39, 1089-1113.
- Cuenca, J.A. (1994), "Variables para el estudio del sector monetario", Documento de Trabajo 9416, Banco de España.
- Danthine, J.P. y Donaldson, J. (1990), "Efficiency wages and the business cycle puzzle", *European Economic Review* 34, 1275-1301.
- Deaton, A. (1991), "Saving and liquidity constraints", *Econometrica* 59, 1221-1248.
- Deaton, A. (1992), *Understanding Consumption*, Oxford University Press.
- Deaton, A. y Muellbauer, J. (1991), *Economics and Consumer Behavior*, Cambridge University Press.
- Díaz-Giménez, J. (1992), "Uninsured idiosyncratic risk, liquidity constraints and aggregate fluctuations", Working Paper, Universidad Carlos III de Madrid.
- Díaz-Giménez, J. y Prescott, E.C. (1994), "Liquidity constraints in economies with aggregate fluctuations: A quantitative exploration", mimeo.
- Díaz-Giménez, J., Prescott, E.C., Fitzgerald, T. y Álvarez, F. (1992), "Banking in computable general equilibrium economies", *Journal of Economic Dynamics and Control* 16, 533-559.
- Díaz-Giménez, J. y Puch, L.A. (1995), "Riesgo individual y restricciones de liquidez en economías con intermediarios financieros", Documento de Trabajo 95-26, Universidad Carlos III de Madrid.
- Dolado, J.J., Sebastián, M. y Vallés, J. (1993), "Cyclical patterns of the Spanish economy", *Investigaciones Económicas* 17, 445-472.
- Estrada, A. (1995), "Datos del stock de viviendas", no publicado.

- Estrada, A. y Sebastián, M. (1993), "Una serie de gasto en bienes de consumo duradero", Documento de Trabajo 9305, Banco de España.
- European Economy* (1994), num. 58.
- Fagnart, J.F., Licandro O. y Sneessens, H.R. (1995), "Capacity utilization dynamics and market power", Working Paper 95-15, Universidad Carlos III de Madrid.
- Fay, J.A. y Medoff, J.L. (1985), "Labor and output over the business cycle: some direct evidence", *American Economic Review* 75, 638-655.
- García-Milá, T., Marcet, A. y Ventura, E. (1994), "Redistributive and business cycles effects of capital taxation", mimeo.
- García-Perea, P. (1991), "Elaboración de series homogéneas de ocupados y parados a partir del segundo trimestre de 1964", en *Estudios de Economía del Trabajo en España. III. El Problema del Paro*, S. Bentolila y L. Toharia (comp.), Ministerio de Trabajo y Seguridad Social, España, 1209-1261.
- García-Serrano, C. (1995), "La duración del desempleo ¿heterogeneidad o dependencia? Análisis de series temporales de la tasa agregada de salidas del paro, mimeo.
- Greenwood, J., Hercowitz Z. y Huffman, W. (1988), "Investment, capacity utilization and the real business cycle", *American Economic Review* 78, 402- 417.
- Greenwood, J., Hercowitz Z. y Krusell, P. (1992), "Macroeconomic implications of investment-specific technological change", Seminar Paper 527, Institute for International Economic Studies.
- Hall, R.E. y Mishkin, F.S. (1982), "The sensitivity of consumption to transitory income: estimates from panel data on households", *Econometrica* 50, 461-81.
- Hansen, G. (1985), "Indivisible labor and the business cycle", *Journal of Monetary Economics* 16, 309-328.
- Hansen, G., (1989), "Technical progress and aggregate fluctuations", mimeo.
- Hayashi, F. (1985), "The effect of liquidity constraints on consumption: A cross-

- sectional analysis", *Quarterly Journal of Economics* 100, 1083-1113.
- Hayashi, F. (1987), "Tests for liquidity constraints: A critical survey and some new observations", en *Advances in Econometrics: Fifth World Congress*, Truman F. Bewley (ed.), Vol. 2, 91-120.
- İmrohoroğlu, A. (1989), "Costs of business cycles with indivisibilities and liquidity constraints", *Journal of Political Economy* 97, 1364-1383.
- İmrohoroğlu, A. (1992), "The welfare cost of inflation under imperfect insurance", *Journal of Economic Dynamics and Control* 16, 79-91.
- Jimeno, J.F. y Toharia, L. (1993), "The effects of fixed-term employment on wages: theory and evidence from Spain", *Investigaciones Económicas* 17, 475-493.
- Kehoe, T.J. y Levine, D.K. (1991), "Liquidity constraints and debt constraints", mimeo.
- King, R., Plosser, C. y Rebelo, S. (1988), "Production, growth and business cycles", *Journal of Monetary Economics* 21, 195-232 y 309-341.
- Kydland, F. y Prescott, E.C. (1982), "Time to build and aggregate fluctuations", *Econometrica* 50, 1345-1370.
- Kydland, F. y Prescott, E.C. (1991), "Hours and employment variation in business cycle theory", *Economic Theory* 1, 63-81.
- Langot, F. (1994), "Unemployment and business cycle: a general equilibrium matching model", Tesis Doctoral, Universidad de París I.
- Licandro, O. y Puch, L.A. (1995), "Capital utilization, maintenance costs and the business cycle", Working Paper 95-34, Universidad Carlos III de Madrid.
- Licandro, O., Puch, L.A. y Ruiz-Tamarit, R. (1995), "Utilización del capital y ciclo económico español", de próxima publicación en *Moneda y Crédito*.
- Long, J.B. y Plosser, C.I. (1983), "Real business cycles", *Journal of Political Economy* 91, 1345-1370.

- Lucas, R.E.Jr. (1975), "An equilibrium model of the business cycle", *Journal of Political Economy* 83, 1113-1144.
- Lucas, R.E.Jr. (1977), "Understanding business cycles", en K. Brunner and A. Meltzer (eds.), *Stabilization of the Domestic and International Economy*, North Holland, Amsterdam.
- Marcet, A. y Singleton, K.J. (1991), "Equilibrium asset prices and savings of heterogeneous agents in the presence of incomplete markets and portfolio constraints", mimeo
- Monés, M.A., Salas, R. y Ventura, E. (1992), "Consumption, real after tax interest rates and income innovations. A panel data analysis", Working Paper, Universitat Pompeu Fabra.
- Naredo, J.M. (1993), "La distribución de la riqueza", en *I Simposio sobre igualdad y distribución de la renta y la riqueza*, Vol. III, Fundación Argentaria.
- Prescott, E.C. (1986), "Theory ahead of business cycle measurement", *Quarterly Review* 10 (4), 9-33, Federal Reserve Bank of Minneapolis, Minneapolis, MN.
- Puch, L.A. y Licandro, O. (1995), "Teoría de los ciclos reales y fluctuaciones agregadas de la economía española", Documento de Trabajo 95-24, Fedea, Madrid.
- Ríos-Rull, J.V. (1995), "Models with heterogeneous agents", en *Frontiers of Business Cycle Research*, T. Cooley (ed.), Princeton University Press.
- Rogerson, R. (1988), "Indivisible labor, lotteries and equilibrium", *Journal of Monetary Economics* 21, 3-16.
- Runkle, D. (1983), "Liquidity constraints and the permanent income hypothesis: Evidence from panel data", mimeo.
- Schechtman, J. (1976), "An income fluctuation problem", *Journal of Economic Theory* 12, 218-241
- Scheinkman, J. y Weiss, L. (1986), "Borrowing constraints and aggregate economic

- activity", *Econometrica* 54, 23-45.
- Shapiro, M.D. (1989), "Assessing the Federal Reserve's measures of capacity and utilization", *Brookings Papers on Economic Activity* 1, 181-241.
- Stiglitz, J. y Weiss, A. (1981), "Credit rationing in markets with imperfect information", *American Economic Review* 71, 393-410.
- Stone, R. (1973), "Personal spending and saving in postwar Britain", en *Economic Structure and Development: Essays in Honour of Jan Tinbergen*, en H. Bos (ed.), Amsterdam: North - Holland.
- Tobin, J. y Dolde, W. (1971), "Wealth, liquidity and consumption", en *Consumer Spending and Monetary Policy: The Linkages*, Monetary Conference Series no. 5, Boston: Federal Reserve Bank of Boston.
- Williamson, S.D. (1988), "Liquidity, banking and bank failures", *International Economic Review* 36, 269-306.
- Zeldes, S.P. (1989), "Consumption and liquidity constraints: An empirical investigation", *Journal of Political Economy* 97, 305-346.